

# **Normalização e Otimização de processos de *Cross-Docking***

*João Alexandre da Costa Ferreira*

**Dissertação de Mestrado em Ambiente Empresarial**

Orientador FEUP: Professora Isabel Horta

Orientador Luís Simões: Engenheiro António Pereira



**Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2016-02-22

Aos meus pais,

*“Procurai deixar o mundo um pouco melhor de que o encontrastes...”*

*Badden-Powell*

## Resumo

A enorme competitividade entre os operadores logísticos obriga-os a procurem um nível de excelência operacional. O compromisso de oferecer flexibilidade às necessidades dos clientes requer uma constante adaptação e resiliência dos seus processos. Estas necessidades são ainda mais evidentes quando se tratam de produtos sujeitos a grandes variações de procura devido a fatores como a sazonalidade, como são os produtos perecíveis e tecnológicos. Nesta área de negócios, a melhoria contínua aplicada aos processos é de relevância extrema, podendo tornar-se um fator de diferenciação entre operadores logísticos.

O principal objetivo desta dissertação é estudar a possibilidade de redução do tempo despendido na preparação e receção de mercadorias de *Cross-Docking* na empresa Luís Simões Logística Integrada. A abordagem ao tema foi dividida em duas fases. Na primeira fase o foco é a normalização dos processos, recorrendo a ferramentas *LEAN*. A segunda etapa é dedicada ao desenvolvimento de dois modelos de Programação Linear, que otimizam duas ações distintas dentro do Centro de Operações Logístico. O primeiro modelo permite indicar qual a pista de carga a escolher para cada uma das rotas de distribuição. O segundo modelo sugere a pista de descarga de *Cross-Docking* a escolher para cada veículo rececionado, tentando reduzir posteriormente os tempos de movimentação da mercadoria para as pistas de carga. Estes modelos foram concebidos considerando as diferentes realidades, de número de cargas e unidades de transporte, de um Centro de Operações Logísticos. Estes modelos deverão ser percecionados como um compromisso entre a solução ótima e a aplicação prática.

No fim desta dissertação, deverá ser possível perceber se as ferramentas *LEAN* têm aplicação nos serviços logísticos como têm nas linhas de produção. Os bons fundamentos de melhoria contínua podem trazer normalização e melhorias a atividades anteriormente encaradas como demasiado complexas.

Palavras-chave: Melhoria Contínua, Normalização, Otimização, Alocação, Preparação, Expedição Planeamento, Programação Linear.

## Standardization and Optimization in process of *Cross-Docking*

### Abstract

The huge competition within logistics providers challenges them to search for operational excellence. The commitment to provide clients with a flexible service requires a continuous adaptation and resiliency in the processes. These requirements are even more relevant when dealing with products with high demand fluctuations through seasonality, such as perishables and technology products. The continuous improvement program may, in some cases, play a major role as differentiation factor between logistics providers.

The main goal of this dissertation is to study the possibility of reducing the time spent with reception and handling of each transportation unit in the *Cross-Docking* branch of *Luís Simões Logística Integrada*. The approach was segregated in two phases. In the first phase, the focus was the standardizing the processes implementing LEAN tools. The second phase is dedicated to the development of two linear programming models studying the optimization of two distinct tasks in the warehouse. The first model is able to assign every distribution route to the optimal shipping lane available. The second one suggests the ideal reception dock, minimizing the time spent in the all the transportation units from each *Cross-Docking* vehicle. Both models were created taking in account many features that define a Logistics Centre and therefore, must be seen as a perfect compromise between solution and practicality.

By the end of this dissertation, it should be clarified whether the applicability of the LEAN tools is possible in logistic services as they are in manufacturing facilities. A good foundation for applying this tools can bring standardization and improvements in activities that where once considered too complex.

**Key-Words:** Continuous Improvement, Standardization, Optimization, Assignment, Preparation, Shipment, Planning, Linear Programming.

## Agradecimentos

Este projecto apenas foi possível pela confiança em mim depositada pela empresa Luís Simões Logística Integrada.

À disponibilidade e orientações dadas pela Professora Isabel Horta.

À Joana Martins pelo apoio, embora pequeno, muito crucial.

Aos colaboradores do Centro de Operações Logístico de Rechousa que, sem dúvida, têm o espírito de empresa familiar encutido.

Às equipas de operacionais, que foram sempre prestáveis e receptivas às sugestões.

À equipa da Distribuição, pela oportunidade de colaboração e aprendizagem de áreas de negócio diferentes.

À equipa de Serviços de Apoio ao Cliente, pela simpatia incomparável.

Às chefias das equipas, pela disponibilidade e crença no projecto.

Sem o apoio de todos, este projecto não poderia ter ocorrido da mesma forma.

Ao Engenheiro António Pereira, pela orientação, apoio e ensinamentos.

Aos Engenheiro Nuno Costa, pela partilha de experiências e orientação informal.

Ao companheiro de jornada Daniel Braga, pela camaragem e empenho na realização de todas as tarefas.

À Luana, pelo apoio incondicional e enorme estabilidade emocional.

Aos meus pais e irmão, por me elevarem sempre a fasquia e serem constantemente o melhor exemplo possível de ser-humano.

# Índice de Conteúdos

1. Enquadramento .....	6
1.1 Motivação .....	6
1.2 O grupo Luís Simões .....	6
1.2.1 Departamento de Operações Internas .....	6
1.3 Objetivos do projeto .....	7
1.4 Método seguido no projeto .....	8
1.5 Estrutura da dissertação .....	9
2. Estado da arte .....	10
2.1 Pensamento Lean .....	10
2.1.1 Os três MU's .....	10
2.1.2 Os 5M + Q + S .....	10
2.1.3 Lean Services .....	11
2.2 Ferramentas de Melhoria Contínua .....	11
2.2.1 3 C's – Caso; Causa; Contra-Medida .....	11
2.2.2 Ciclo PDCA .....	11
2.3 Mapeamento de Processos .....	12
2.4 Cross-Docking .....	12
2.4.1 Carregamento de Palete Inteira .....	13
2.4.2 Montagem da Palete por SKU's ( <i>Stock Keeping Units</i> ) .....	13
2.4.3 Tratamento Híbrido .....	14
2.5 Programação Linear .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3. Caracterização do Problema .....	15
3.1 COL de Rechousa .....	15
3.2 Recursos Humanos e Equipamentos Operacionais alocados ao COL de Rechousa .....	15
3.3 Sistemas de Informação .....	16
3.4 Atividades no COL de Rechousa .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1 Tarefas de Receção – Ponto de vista Operacional .....	18
3.4.2 Tarefas de Preparação – Ponto de vista Operacional .....	19
3.4.3 Tarefas de Expedição – Ponto de Vista Operacional .....	20
3.5 Dependências de outros departamentos .....	21
3.5.1 SAC – Serviço de Apoio ao Cliente .....	21
3.5.2 Distribuição Norte .....	21
3.6 <i>CROSS-DOCKING</i> no COL de Rechousa .....	22
3.7 Nível de Serviço .....	22
3.8 Tratamento de Reentregas .....	22
3.8.1 Modelo Atual .....	23
3.9 Melhoria Contínua no COL de Rechousa .....	25
4. Propostas de melhoria .....	26
4.1 Sinergias Interdepartamentais .....	26
4.1.1 Reunião de Preparação às 19:30 .....	26
4.1.2 Reunião de Levantamento às 08:45 .....	27
4.1.3 Reunião de Análise às 10:30 .....	27
4.1.4 Implementação da proposta de melhoria .....	30
4.2 Normalização de Identificação das Pistas .....	31
4.3 Planeamento das horas de carga .....	33
4.4 Atribuição de Portas por Operacional .....	35
4.5 Tratamento de Reentregas .....	36
4.6 Considerar CUT-OFF de horas de descarga de INTERCOL's .....	37
4.7 Penalização e/ou Incentivos aos Motoristas/Transportadores no cumprimento de horários de chegada ao COL .....	38
4.8 Resultados Operacionais das propostas de melhoria .....	39

4.8.1	Resultados Operacionais.....	40
4.8.2	Impacto no Nível de Serviço.....	43
5.	Desenvolvimento de Modelos de Otimização .....	44
5.1	Modelo aplicado à otimização de movimentos na atividade de Preparação .....	44
5.2	Formulação Matemática do Modelo de Preparação.....	45
5.3	Análise de Resultados do Modelo de Nivelamento .....	46
5.4	Modelo aplicado à otimização de movimentos na atividade de Receção .....	49
5.5	Formulação Matemática do Modelo de Receção .....	50
5.6	Análise de Resultados do Modelo de Receção.....	51
5.7	Dificuldades de implementação dos modelos .....	52
5.8	Sugestões de Melhorias futuras aos modelos.....	53
6.	Conclusões e sugestões de Trabalhos futuros .....	54
6.1	Conclusões da dissertação .....	54
6.2	Sugestões de trabalhos futuros.....	54
6.2.1	Software de planeamento da ordem da rota de distribuição.....	54
6.2.2	Levantamento e otimização de Cubicagem .....	55
6.2.3	Rentabilidade dos Indicadores de Transportadores/Motoristas .....	55
6.2.4	Manual de Conferência.....	55
	Referências .....	56
	ANEXO A.....	57
	ANEXO B.....	60
	ANEXO C .....	68

## Siglas

AT – Assistente de Tráfego

COL – Centro de Operações e Logística

HH – Horas Homem

LI – Logística Inversa

LS – Luís Simões

LSLI – Luís Simões Logística Integrada

MIEIG – Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

MPD – Mapa do Processo Detalhado

NDR – Nota de Descarga de Reentrega

OE – Ordens de Encomenda

RG – Reentrega

SAC – Serviço de Apoio ao Cliente

TP - Transporte Primário

TRF – Terminal de Rádio Frequência

UT – Unidade de Transporte

VSM – *Value Stream Mapping*

PC – Passagem de Cais

XD – *Cross-Docking*



## Índice de Figuras

Figura 1 - Organograma do Departamento de Operações Internas do Centro de Operações Logísticas de Rechousa .....	7
Figura 2 - Cronograma das tarefas executadas .....	8
Figura 3 – Idealização de fluxos de uma operação de <i>Cross-Docking</i> (Chen, 2012).....	13
Figura 4 - Exemplo de processo Híbrido de <i>Cross-Docking</i> (Kulwiec, 2004).....	14
Figura 5 - Layout de COL de Rechousa .....	15
Figura 6 - Recursos Humanos Operacionais disponível no COL.....	16
Figura 7 - Os 3 grandes processos dentro das Operações internas .....	17
Figura 8 - <i>Timeline</i> das 3 grandes atividades no COL de Rechousa .....	17
Figura 9 - Mapeamento do Processo de Receção de Clientes de <i>Stock</i> .....	18
Figura 10 - Mapeamento de Processo de Preparação de Clientes de <i>stock</i> .....	19
Figura 11 - Mapeamento de Processo de Preparação de Clientes de <i>Cross-Docking</i> .....	19
Figura 12 - Mapa de Processo de Expedição.....	20
Figura 13 - Início do processo de RG .....	24
Figura 14 - Quadro das Reuniões de Preparação e Levantamento .....	30
Figura 15 - Layout dos quadros de indicadores da reunião de Análise.....	31
Figura 16 - Proposta Normalização das Pistas .....	32
Figura 17 - Proposta de Mapa de Processo de RG's .....	36
Figura 18 - Nível de Serviço nos meses de outubro, novembro, dezembro por tipologia de cliente .....	43
Figura 19 - Exemplo de alocação de rota de distribuição pelas pistas de expedição .....	44
Figura 20 - Soluções em Horas de Trabalho com 7 operacionais .....	48
Figura 21 - Exemplo de descarga de um carro e respetiva movimentação das Uts .....	49
Figura 22 - Soluções em Horas totais de Movimentos.....	52
Figura 23 - Mapeamento de Processo de Receção de Mercadoria de <i>Cross-Docking</i> .....	57
Figura 24 - Mapeamento de Processo de Reentrega no COL: Intervenção motorista .....	57
Figura 25 - Mapeamento de Processo de Reentrega no COL: Intervenção operacional dos Retornos.....	58
Figura 26 - Mapeamento de Processo de Reentrega no COL: Processamento da mercadoria.....	58
Figura 27 - Mapeamento de Processo de Reentrega no COL: Separação Livre .....	59
Figura 28 - Exemplo de Preenchimento de 3C.....	60
Figura 29 - Quadro Reuniões Diárias: Presenças, Norma, <i>Status</i> Equipamentos .....	60
Figura 30 - Quadro de Indicadores Operacionais .....	60
Figura 31 - Tabela de Rotas de distribuição prioritárias .....	61
Figura 32 - Tabela Horas de Chegada dos INTERCOL's.....	61
Figura 33 - Tabela de Faltas de Espaço .....	62

Figura 34 - Página de Resumo do Excel alimentador da reunião das 10:30 .....	62
Figura 35 - Página de alimentação das horas de descarga dos INTERCOLs.....	63
Figura 36 - Agenda da reunião das 10:30.....	63
Figura 37 - Plano de Implementação da sugestão 4.4 .....	64
Figura 38 - Quadro de Informações do COL.....	66
Figura 39 - Quadro de Informações de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho.....	67
Figura 40 - Leitura de uma etiqueta de uma UT usando um TRF.....	67
Figura 41 - Resultado das Experiências do Modelo de Nivelamento.....	68

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Equipamentos disponíveis no COL.....	15
Tabela 2 - Sistemas de Informação Utilizados pelo Departamento de Operações Internas .....	16
Tabela 3 - Numeração das Rotas .....	18
Tabela 4 - Incidências Reentregas .....	23
Tabela 5 - Normalização <b>AS IS</b> vs <b>TO BE</b> do Planeamento de Cargas.....	33
Tabela 6 - Atribuição de Portas por Operacional .....	35
Tabela 7 - Exemplos de campos a preencher no documento partilhado .....	36
Tabela 8 - Receções de INTERCOL .....	38
Tabela 9 - Atrasos dos Motoristas ao longo de duas semanas consecutivas de janeiro .....	39
Tabela 10 - Realidade Operacional nas semanas em estudo .....	40
Tabela 11 – Frequência Acumulada de Duração da Carga e Tempo de Espera do Motorista .	40
Tabela 12 - Acumulativo de Início e Fim de Carga .....	41
Tabela 13 - Acumulativo Tempo Total no COL .....	41
Tabela 14 - Tempo Total médio no COL .....	41
Tabela 15 - Desvio tempo ideal da operação.....	42
Tabela 16 - Influência das Horas Homem .....	42
Tabela 17 - Comparação de modelo restritivo e abrangente de nivelamento.....	47
Tabela 18 - Comparação de resultados modelo nivelamento com situação atual .....	48
Tabela 19 - Comparação de resultados do modelo de descargas com situação atual.....	51
Tabela 20 – Tabela de frequência e distribuição acumulativa do Tempo de Espera.....	64
Tabela 21 - Tabela de Frequência acumulada da duração das descargas.....	65
Tabela 22 - Frequência acumulativa do início de carga .....	65
Tabela 23 - Frequência Acumulada de Fim de carga .....	66
Tabela 24 - Frequência acumulada do tempo total em COL.....	66
Tabela 25 - Atrasos dos Motoristas .....	66

## 1. Enquadramento

O presente trabalho, insere-se na unidade curricular de Dissertação, do Mestrado Integrado de Engenharia Industrial e Gestão. Representa uma oportunidade de aplicação directa de vários conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico, nos desafios de uma empresa num sector tão competitivo como o da Logística e Transportes.

### 1.1 Motivação

Como Operador Logístico em Portugal, a Luís Simões compete de forma vincada pela Diferenciação, aliada ao preço competitivo. De forma a satisfazer as necessidades de distribuição dos seus clientes, a LS oferece uma atividade de *Cross-Docking* única. Nesta atividade, dentro do COL de Rechousa, são rececionadas, agrupadas e expedidas mercadorias de inúmeros clientes, durante um período inferior a 24h.

Esta é atualmente a principal atividade do COL de Rechousa, sendo inclusive aquela com mais custos alocados. Crê-se que nesses custos existe desperdício com dois tipos de resolução proveitosa: aumento da produtividade para receção de mais clientes, ou diminuição de recursos ajustando a produtividade aos clientes atuais. De encontro ao primeiro tipo de desperdício foi sugerido que esta dissertação abordasse o tema de otimização da atividade de preparação e receção nos horários críticos.

### 1.2 O grupo Luís Simões

O Grupo LS surgiu em 1948, mas foi na década de '30 que esta história se iniciou, quando um casal de adolescentes, Fernando Luís Simões e Delfina Soares, decidiu transportar hortaliças e frutas, produzidas pelas suas famílias, numa carroça para abastecer os mercados de Lisboa e Malveira (Grupo Luís Simões, 2015).

Atualmente e com mais de 60 anos no mercado, a empresa agora denominada Luís Simões Logística Integrada S.A., tem vindo a apostar em fatores estratégicos de inovação e qualidade prestada nos seus serviços, tendo sido pioneira no desenvolvimento de sistemas de Qualidade e na certificação das empresas de transporte, logística e rent-a-cargo em Portugal (Grupo Luís Simões, 2015).

O modelo atual de negócio do Grupo LS, contempla serviços de distribuição para clientes que não trabalhem com *stock* nos COL's da LS. A receção da mercadoria do cliente é feita das 09:00 às 24:00, de seguida é separada e carregada para as rotas de distribuição. A separação e posterior carga e separação ocorrem entre as 18:00 e as 09:00. Toda a mercadoria movimentada neste período é considerada como pertencente ao processo de *Cross-Docking*.

Na carteira de clientes do Grupo LS, encontram-se destinatários finais desde as grandes superfícies aos negócios locais. Na ótica do Grupo, este conjunto de clientes permite uma maior eficiência nas taxas de ocupação dos veículos de distribuição.

#### 1.2.1 Departamento de Operações Internas

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito dos trabalhos do departamento de Operações Internas no COL de Rechousa. Este centro alberga ainda os departamentos de Distribuição, e departamento de Serviço de Apoio ao Cliente. Dentro do departamento de Distribuição existe uma Equipa Operacional que serve como maior interligação entre os dois departamentos, fazendo as tarefas relacionadas com o controlo de motoristas e acompanhamento de rotas.

O Departamento de Operações Internas, encontra-se hierarquicamente organizado da seguinte forma:

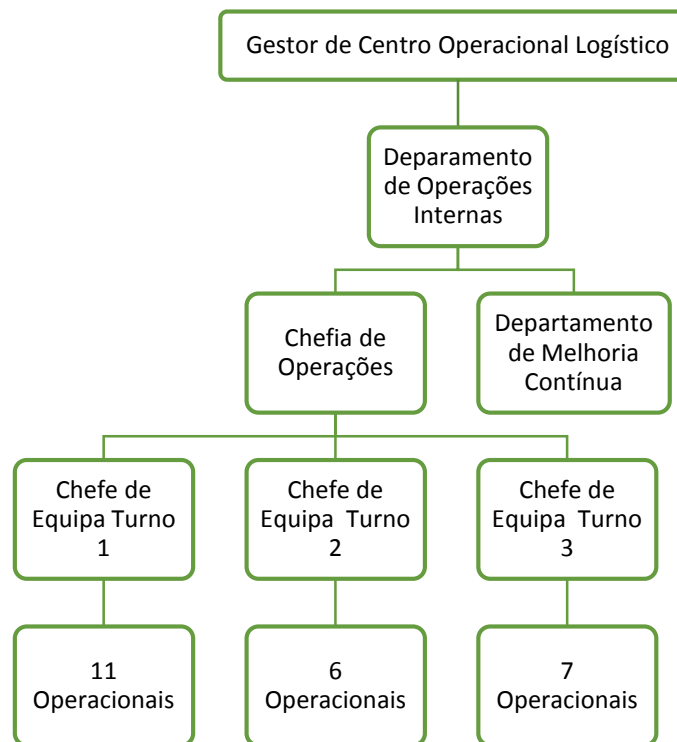


Figura 1 - Organograma do Departamento de Operações Internas do Centro de Operações Logísticas de Rechousa

Historicamente, a operação de *Cross-Docking* era realizada na íntegra num outro COL. Mais recentemente, o Grupo LS atribuiu a operação na sua totalidade ao COL Rechousa. Esta operação encontra-se em funcionamento desde janeiro de 2014, sendo que, mais operacionalmente, desde setembro de 2015.

O grupo depara-se com um pico de atividade em todo o sector de distribuição de bens de consumo nas semanas antecedentes ao Natal, assim como no verão. O período de verão para a distribuição de produtos como bebidas tem habitualmente a duração de 4 meses: desde a segunda quinzena de maio à primeira quinzena de setembro inclusive.

### 1.3 Objetivos do projeto

A proposta de dissertação em ambiente empresarial partiu da necessidade que a empresa sentiu ao ser escolhida como COL piloto de um projeto ibérico, com denominação de “Projeto de Paleteria”. O projeto consiste no levantamento das necessidades, normalização e otimização das atividades de *Cross-Docking* associadas aos COL’s.

Em particular, os objetivos da dissertação foram os seguintes:

- Normalização dos processos da operação de *Cross-Docking*.
- Redução do tempo de espera dos motoristas.
- Redução do tempo total despendido no COL pelo motorista.
- Previsão do horário de término da operação.
- Identificação da porta de cais mais indicada para descarga na operação de *Cross-Docking*.
- Planeamento de rotas por pista/porta de cais, nivelando assim o volume de cargas por porta.

## 1.4 Método seguido no projeto

O cronograma das tarefas realizadas é apresentada na Figura 2.

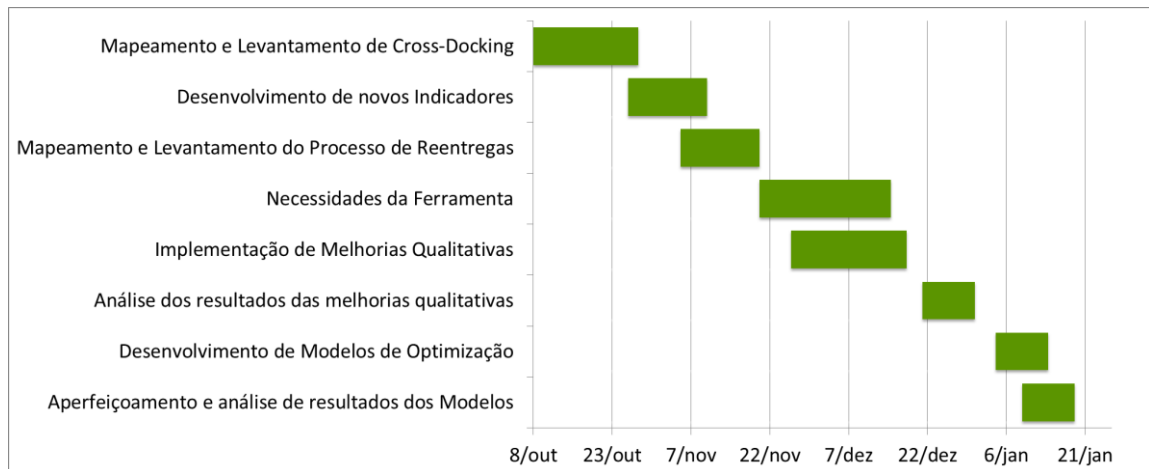


Figura 2 - Cronograma das tarefas executadas

O desenvolvimento desta dissertação passou pelas seguintes fases:

- Mapeamento e Levantamento do Processo de *Cross-Docking*

Desenho do processo de *Cross-Docking* do início ao fim, podendo assim encontrar pontos de melhoria.

- Desenvolvimento de novos indicadores

Definição de um conjunto de indicadores operacionais, de gestão e controlo do processo. Encontrou-se um processo com poucos indicadores desenvolvidos e quase nenhum com aplicação prática. “Não se pode gerir o que não se consegue medir.”

- Mapeamento e Levantamento do Processo de Reentregas.

Mapeamento o processo de reentregas, onde se denotou a entropia que esta atividade gera. O tratamento da logística inversa, podendo a mercadoria ser considerada como inapta ou para reentrega, requer um tratamento específico, de forma a reduzir as interferências com os processos de tratamento de mercadorias de *stock* e/ou mercadorias de passagem de cais.

- Necessidades da Ferramenta de Otimização

Levantamento das necessidades requeridas da ferramenta: interface orientada ao utilizador; plataforma de execução; dados históricos requeridos; construção dos dados de cálculo da ferramenta;

- Implementação de Melhorias Qualitativas

Introdução das melhorias sugeridas no capítulo 4. Implementações faseadas, com análise de resultados das mesmas.

- Análise dos resultados das melhorias qualitativas

Análise dos resultados obtidos com base diária.

- Desenvolvimento de Modelos de Otimização

Desenvolvimento dos modelos de otimização de programação linear.

- Aperfeiçoamento e análise de resultados dos modelos de Otimização

Execução dos modelos com dados históricos e aperfeiçoamento do modelo com restrições reais.

## 1.5 Estrutura da dissertação

No segundo capítulo são exibidas as revisões bibliográficas sobre:

- Pensamento Lean;
- Mapeamento de Processos;
- Tipos de *Cross-Docking*;
- Programação Linear.

O capítulo 3 inclui a descrição dos processos de *Cross-Docking*, conforme encontrados, e a identificação de melhorias.

No capítulo 4 são expostas as propostas de melhoria relativas aos processos de *Cross-Docking*, assim como a análise dos resultados inerentes às suas implementações.

Os modelos de otimização desenvolvidos e os resultados obtidos nos testes executados são apresentados no capítulo 5.

O documento termina com as conclusões retiradas no desenvolver da dissertação e algumas sugestões de trabalhos futuros.

## 2. Estado da arte

### 2.1 Pensamento Lean

Womack e Jones (1996) referem-se ao *lean thinking* como o “antídoto para o desperdício”. De acordo com estes autores, o desperdício refere-se a qualquer atividade humana que não acrescente valor (Pinto, 2014).

Pinto (2014) sugere ainda que o conceito de desperdício seja alargado, da visão míope direcionada às atividades humanas, para todas as atividades e recursos utilizados indevidamente que contribuem para o aumento de custos, tempo de atividade e a não satisfação de partes interessadas na atividade.

#### 2.1.1 Os três MU's

A abordagem de identificação de desperdícios com o intuito de chegar a uma condição em que a capacidade e a carga sejam iguais (Pinto, 2014).

- MUDA (desperdício de capacidade) – Tudo o que não acrescenta valor, todas as componentes do produto e/ou serviço que o cliente não estará disposto a pagar.
- MURA (o que é variável; irregularidades ou inconsistências) – Variação na distribuição do volume de trabalho que é eliminada através da adoção do sistema JIT (*Just In Time*) procurando fazer apenas o necessário quando pedido.
- MURI (excessos ou insuficiências irracionais) – É eliminado pela uniformização do trabalho, garantindo que todos seguem o mesmo procedimento, o que torna os processos mais previsíveis, estáveis e controláveis.

#### 2.1.2 Os 5M + Q + S

Metodologia 5M+Q+S é uma outra maneira de abordar a identificação dos desperdícios, através da sua natureza (Pinto, 2014).

- Men (Colaboradores): Andar; Esperar; Procurar; Movimentos desnecessários.
- Machine (Equipamento): Equipamentos de grande dimensão; Mudança de ferramenta; Paragens imprevistas.
- Method (Método): Grandes Lotes; Transportes e movimentações; Falta de uniformização; Fabrico *just in case*.
- Materials (Materiais): Peças e componentes; *Stocks* diversos; Manuseamento e Armazenamento;
- Quality (Qualidade): Defeitos; Erros; Retrabalho ; Inspeções e controlos de qualidade.
- Safety (Segurança): Acidentes; Redução de velocidades; *Layout* perigoso.

Nos serviços o conceito de desperdício apresentado é por vezes confundido com o valor a acrescentar (e.g., a mercadoria que o cliente deseja transportar para o destinatário final). O cliente está disposto a pagar apenas o transporte do ponto A ao ponto B. De maneira que, todos os movimentos efetuados pela mercadoria dentro de um COL não são assumidos como custo para o cliente. Portanto estes movimentos não são acréscimo de valor. Encontra-se assim dois diferentes tipos de desperdício: desperdício puro e desperdício necessário.

### 2.1.3 Lean Services

Womack *et al* (2005), afirmam que o *Lean Thinking* aplicado ao sector dos serviços é possível através da adoção de novos princípios:

- “Resolve o meu problema”: Permite a identificação de dificuldades e oportunidades de melhoria.
- “Não me faças perder o meu tempo”: Acréscimo de trabalho de um colaborador para o outro através de interações desnecessárias.
- “Disponibiliza-me exatamente o que eu desejo, onde desejo e quando desejo”: Delimita os parâmetros de, início, fim e a aplicabilidade de cada tarefa.
- Agregar soluções para reduzir ruídos: Encara a normalização como relevante na padronização de trabalho, e na formação contínua dos colaboradores.

Partindo de novos princípios, as abordagens sugeridas para implementação de *Lean Thinking*, nos serviços incluem:

- Aplicação completa do Pensamento *LEAN*: Planeamento de ações a médio e longo prazo que promovam a sua ligação e melhoria faseada e consistente nos processos.
- *RIE (Rapid Improvement Events)*: São *workshops* com o intuito de ao fim de quatro semanas obter uma melhoria implementada e normalizada. Estes devem ser aplicados a pequenas e rápidas mudanças, seguindo a seguinte estrutura: 3 dias de preparação, 5 dias para levantamentos de alterações, e 3 semanas de acompanhamento após implementação das mudanças. Esta metodologia de *Quick-Wins*, facilita o envolvimento das pessoas, uma vez que a obtenção e visionamento de resultados são conseguidos em menos de duas semanas.

## 2.2 Ferramentas de Melhoria Contínua

### 2.2.1 3 C's - Caso; Causa; Contra-Medida

A ferramenta dos 3C's é essencial na abordagem de melhoria contínua. Poderá por vezes ser o ponto de início ideal para perceber situações crónicas que trazem desperdícios aos processos implementados. O seu pressuposto é o de encontrar oportunidades de melhoria através de dificuldades sentidas no decorrer dos processos.

- Caso - Identificação da dificuldade/problema sentido no desenrolar do processo.
- Causa - Identificação dos pontos de partida que pudessem originar o Caso.
- Contra-Medida – Tomada de decisão como plano de intervenção ao Caso. Esta ação deve garantir que o caso não se volte a repetir. Deve ter um elemento e um prazo, de forma a que possa ser feita a verificação do estado da melhoria sugerida.

Nesta ferramenta é essencial a participação de todos os envolvidos que possam ter *inputs* ou receber *outputs* do processo, para que a causa seja bem identificada. Esta ferramenta poderá facilmente tornar-se uma alavanca potentíssima para o envolvimento de todas as pessoas da organização na metodologia de melhoria contínua.

### 2.2.2 Ciclo PDCA

A metodologia ciclo PDCA é também conhecida como ciclo de *Deming*, trata-se de uma sequência muito simples de etapas, com intuito de servir de guia à melhoria contínua. Segundo Pinto (2010), a sigla PDCA significa:

- *Plan* (Planear) – Definição do problema, levantamento das causas, estruturação do plano de ação e de hipóteses a testar.



- *Do* (Executar) – Aplicar método científico para testar as hipóteses levantadas. Reunir factos através de observação direta. Implementação de pequenos redesenhos dos processos, com intuito de obter *quick-wins*.
- *Check* (Verificar) – Fase de controlo do processo, validando os resultados esperados com os resultados reais. Entender a proveniência dos desvios recolhidos.
- *Act* (Agir) – Definição de ações consequentes dos resultados obtidos na fase de controlo: se estes forem positivos deve proceder-se á formação e normalização, se os resultados não forem os esperados deve voltar-se à fase de *Plan* concebendo o processo de maneira a não obter o mesmo resultado.

No desenrolar de projetos que pretendem a reformulação de processos, o ciclo PDCA será algo que deve ser utilizado como base para a sua estruturação, assim como, algo a fomentar em todos os sujeitos envolvidos nos projetos de melhoria contínua. É subentendido que, na aplicação perfeita de um projeto bem desenhado com ciclo PDCA este nunca termine. Isto é, após as 4 fases é sempre possível melhorar algum ponto do processo implementado. Apesar de se revelar uma ferramenta simples, a sua aplicação no quotidiano das empresas é muito reduzida.

### 2.3 Mapeamento de Processos

Um processo pode ser definido como um conjunto de atividades ligadas por uma sequência de acontecimentos, com um início e fim definidos, e executadas tendo em vista a obtenção de um resultado que acrescente valor para o cliente (Faria, 2010).

Na utilização desta metodologia deve ser tomado em conta qual das ferramentas é mais adequada, *Value Stream Mapping* ou Mapa de Processo Detalhado.

Estas são ferramentas utilizadas como primeiro passo na abordagem de análise para otimização de processos. O VSM permite uma visão global, enquanto o MPD tem maior foco no detalhe do processo, tornando-se assim mais indicada para análise do fluxo de material e de informação para um processo único e muito específico (e.g., linha produtiva de um conjunto específico de produtos). O VSM é mais vantajoso quando a intenção é conhecer a cadeia de valor de um processo desde o cliente ao fornecedor, permitindo registar os principais fluxos.

Estas ferramentas consistem na representação gráfica do processo com a identificação de todas as atividades. No mapeamento de processos, tem-se como intuito a construção de um mapa do estado presente do processo, para que sirva de base para o mapa do estado futuro. A técnica permite, assim, identificar desperdícios no processo que poderão ser tratados de forma singular sem grandes mudanças no processo global (Kaizen Institute, 2015).

### 2.4 Cross-Docking

Segundo Gue (2007), *Cross-Docking* é definido como “Logistics technique used in the retail and trucking industries to rapidly consolidate shipments from disparate sources and realize economies of scale in outbound transportation.”

Por uma operação puramente de *Cross-Docking* entende-se que a mercadoria não fica em *stock*. Nesta atividade o operador logístico tem como principal responsabilidade o agendamento da receção de mercadoria, de forma a encaminhá-la por canal de distribuição. O *Cross-Docking* termina com o carregamento da carga no veículo de distribuição.

O *Cross-Docking* tem como principal intuito reduzir os custos de transporte da mercadoria de cada fornecedor, uma vez que estes apenas transportam a mercadoria para um único centro de distribuição (em vez de transportarem para cada um dos destinatários finais). Pode observar-se a diminuição de fluxos na Figura 3, à direita.

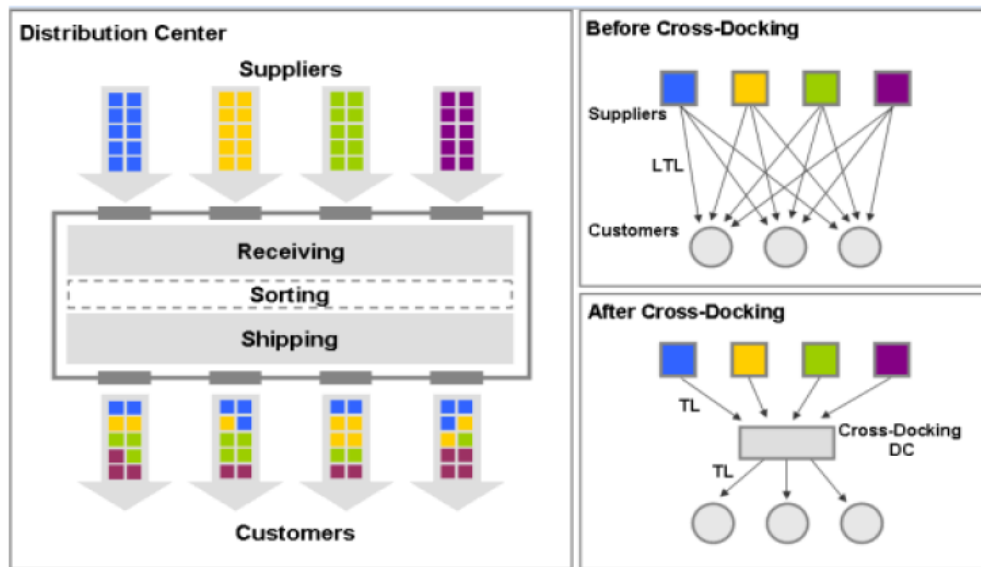


Figura 3 – Idealização de fluxos de uma operação de *Cross-Docking* (Chen, 2012)

Esquerda: Tarefas em COL; Direita: Comparação de Fluxos

Num COL dedicado ao *Cross-Docking*, como demonstrado pela figura em cima, à esquerda, a mercadoria é submetida a 3 etapas:

- Durante a Receção (Receiving) é verificado o estado da mercadoria, garantindo que esta não foi adulterada e que se encontra conforme descrito pelo fornecedor.
- Durante a Separação (Sorting) a mercadoria é agrupada na pista por conjuntos a carregar em cada um dos veículos de expedição.
- Durante a Carga (Shipping) é efetuada a conferência final do estado da mercadoria, assim como a verificação de que é carregada no veículo correspondente ao esperado pelo destinatário final.

Este processo poderá ser ainda aliado a uma otimização do volume disponível do veículo de distribuição, se o operador logístico em causa também desenhar as rotas de distribuição.

Com a variação do tipo de mercadoria, o tratamento dado à mesma pode diferir, consoante os diferentes clientes. Nos subtópicos em baixo são explicados os 3 tipos diferentes de tratamento.

#### 2.4.1 Carregamento de Paleta Inteira

Este tipo de operação é a mais simples, e por norma com custos mais reduzidos. Trata-se da receção de paletes inteiras, que não necessitam de qualquer tipo de tratamento ou separação, sendo carregadas no veículo de saída da mesma forma que é recebida. Em COL's com processos mais automatizados os movimentos necessários podem ser efetuados através de tapetes transportadores, fazendo com que a paleta não seja colocada no piso do armazém, reduzindo assim os custos de área operacional.

#### 2.4.2 Montagem da Paleta por SKU's (*Stock Keeping Units*)

Esta operação tem como premissa a paletização por SKU por parte do cliente e é muito frequente em clientes de produção industrial. Este tipo de operação implica o dismantelamento da paleta entregue pelo cliente, e a montagem de paletes de expedição segundo os pedidos feitos por cada destinatário final.

### 2.4.3 Tratamento Híbrido

Este procedimento inclui os dois modelos apresentados em cima e pode ainda ser adicionada mercadoria que se encontra em *stock*. Este é o processo que garante maior flexibilidade e uma oferta de serviço para vários tipos de cliente.

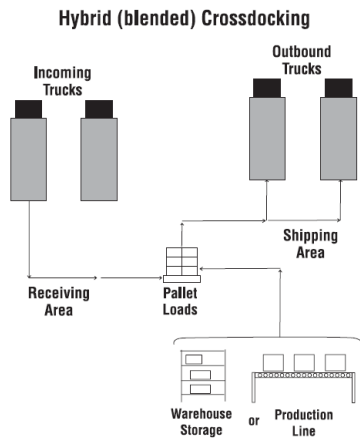


Figura 4 - Exemplo de processo Híbrido de *Cross-Docking* (Kulwiec, 2004)

### 3.Caracterização do Problema

#### 3.1 COL de Rechousa

O COL em estudo apresenta atualmente o seguinte *layout*:

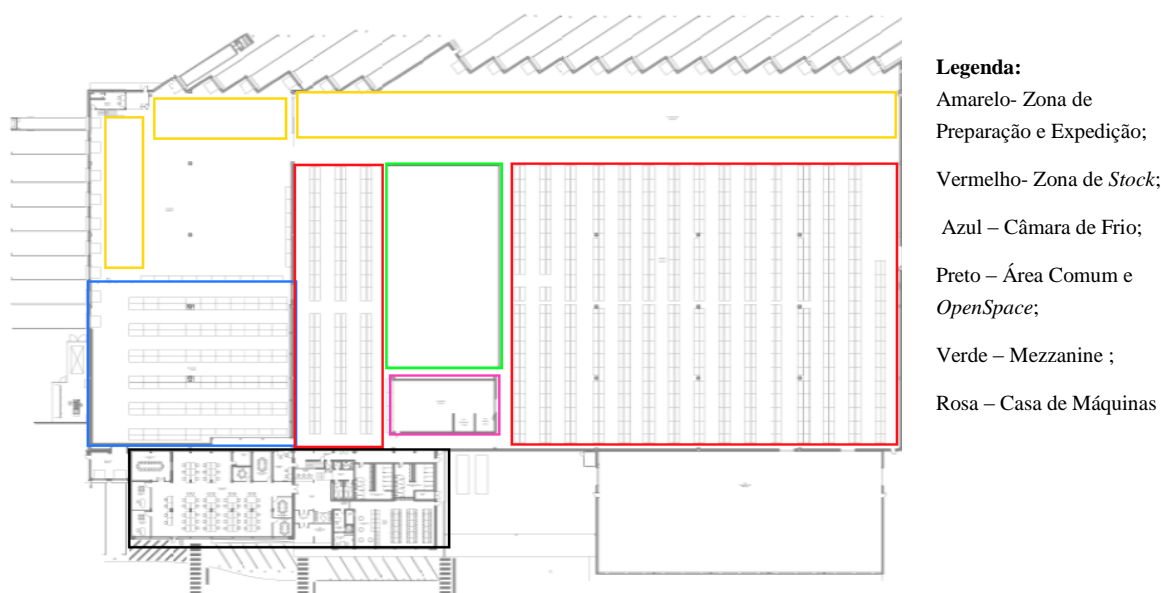


Figura 5 - Layout de COL de Rechousa

Este *layout* é o mais apropriado para tarefas de recepção e arrumação. Este COL foi concebido com o intuito de servir de armazém de *stock* para clientes, partindo daqui a sua distribuição.

O período funcional deste COL é de 24 horas, 5 dias por semana. Ao fim-de-semana podem ainda ser executadas algumas cargas e receções de clientes específicos.

#### 3.2 Recursos Humanos e Equipamentos Operacionais alocados ao COL de Rechousa

Para a realização das atividades dentro do COL estão disponíveis os seguintes equipamentos:

Tabela 1 - Equipamentos disponíveis no COL

TIPO	QTD
EMPILHADOR	2
EMPILHADOR PINÇAS	1
MOTA DUPLA	5
MOTA SIMPLES	18
MOTA TRIPLA	1
RETRÁTIL	5

Os equipamentos estão disponíveis para todos os operacionais de armazém. As motas são equipamentos dedicados ao transporte de 1 palete de cada vez. As motas duplas e triplas conseguem movimentar simultaneamente 2 ou 3 paletes, respetivamente. Os empilhadores servem para sobrepor paletes, se necessário. O empilhador de pinças é exclusivo para mercadoria frágil, não paletizada. Os retráteis são usados para retirar e colocar mercadoria na estantaria.

Os recursos humanos alocados por hora são apresentados na Figura 6. O grupo de operacionais desempenha todas as atividades necessárias dentro do armazém. Para além deste recurso humano existem chefes de equipa que têm os seguintes horários: 01:00 – 09:00; 08:00 – 17:00; 17:00 – 02:00. Os chefes de equipa têm como principal objetivo coordenar as suas equipas e resolver assuntos pontuais, e não devem desempenhar funções de operacionais, de forma a não perder a monitorização das atividades no COL e controlo das suas equipas.

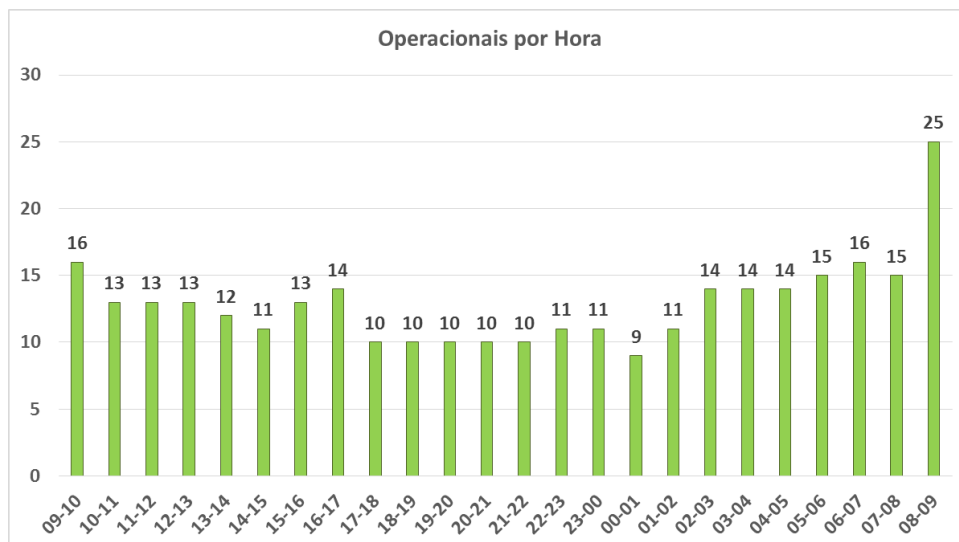


Figura 6 - Recursos Humanos Operacionais disponível no COL

### 3.3 Sistemas de Informação

Os sistemas de informação utilizados no COL em estudo são transversais ao Grupo LS. Os sistemas informáticos relevantes para o caso de estudo são apresentados na Tabela 2. Existem ainda um conjunto de outros sistemas informáticos implementados com intuitos mais específicos (e.g., Gestão de Recursos Humanos, Custeio, Orçamentação, Faturação dentro do grupo, e áreas de negócios dos Transportes).

Tabela 2 - Sistemas de Informação Utilizados pelo Departamento de Operações Internas

Nome	Tipo	Interface	Funcionalidades
<b>GEODE</b>	<i>WMS ( Warehouse Management System)</i>	SPROD; outros COL's	Gestão de <i>Stocks</i> ;
<b>SID</b>	<i>ERP (Enterprise Resource Planning)</i>	Clientes de Stock; Clientes de <i>Cross-Docking</i> ; Planeamento da Distribuição;	Permite histórico da rota, guia de encomenda, unidade de transporte; Faturação ao cliente; Gestão de anomalias; Gestão da Logística Inversa.
<b>SPROD</b>	<i>RF (Radio Frequency)</i>	GEODE; outros COL's;	Utilização operacional das ações individuais no armazém

### 3.4 Atividades no COL de Rechousa

As operações internas no COL em análise têm 3 principais atividades envolvidas: Recepção, Preparação, e Expedição.



Figura 7 - Os 3 grandes processos dentro das Operações internas

Como a Figura 7 demonstra, as atividades são dependentes umas das outras. Todas as atividades podem ocorrer em simultâneo para diferentes veículos, assim sendo, no mesmo turno o operador pode realizar as três atividades. As tarefas efetuadas em cada uma das atividades são apresentadas nos pontos deste subcapítulo.

É apresentado em baixo uma *timeline* de 24 horas dentro do COL, e que demonstra os períodos em que existe sobreposição de tarefas.

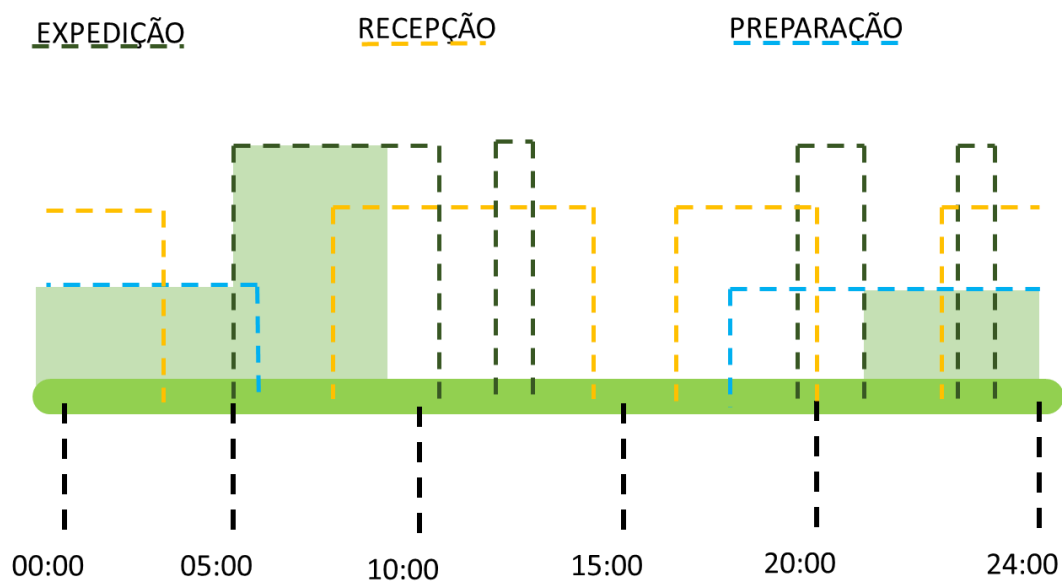


Figura 8 - *Timeline* das 3 grandes atividades no COL de Rechousa

Como é evidente pela Figura 8 os processos podem ser realizados a qualquer hora, nomeadamente a receção de mercadoria, seja esta de clientes de *stock* ou para *Cross-Docking*.

As atividades assinaladas com fundo verde, (das 22:00 às 09:15) correspondem às atividades alvo deste trabalho. Neste período são expedidas pelo menos 80% das cargas expedidas num dia, sendo que o número diário, nos períodos em análise, variou de 54 a 102.

Na Tabela 3 é apresentada a nomenclatura das rotas de distribuição existente nos sistemas de informação.

Tabela 3 - Numeração das Rotas

Numeração	Horário	Designação
0000 - 0999	05:00 – 10:00	Primeiras Voltas
1000 – 1999	18:00 – 01:00	INTERCOLs
3000 – 3999	10:00 – 13:00	Segundas Voltas

As cargas realizadas no período das 10:00 às 13:00 têm como designação “Segundas Voltas”, estas são carregadas em horários com menor volume de cargas. Uma carga com a designação de INTERCOL é aquela, cujo destinatário final é outro COL da LSLI. Para estas situações já se encontram normalizados os horários de carga e as nomenclaturas utilizadas.

### 3.4.1 Tarefas de Receção - Ponto de vista Operacional

Do ponto de vista operacional, uma tarefa de receção é iniciada com a chegada do motorista ao COL, e termina em pontos diferentes consoante o tipo de cliente/mercadoria:

- Cliente *Stock*: Receção termina com a alocação da mercadoria nas estantes. Assim como é apresentado na Figura 9.
- Cliente de *Cross-Docking*: Receção termina com a alocação da mercadoria na pista mais próxima do cais de descarga, sendo que fica a aguardar separação. A sua representação encontra-se na Figura 23 do Anexo A.
- Reentregas: Este tipo de mercadoria caracteriza-se pela sua hora de chegada ao COL, entre as 14:00 e as 22:00. Após terminado todo o percurso de distribuição, caso alguma mercadoria seja considerada para reentrega deverá regressar ao COL para nova distribuição no dia seguinte. Os operacionais que realizam este tipo de receção são especializados, uma vez que esta mercadoria necessita de algum retrabalho administrativo e comunicação com o SAC.

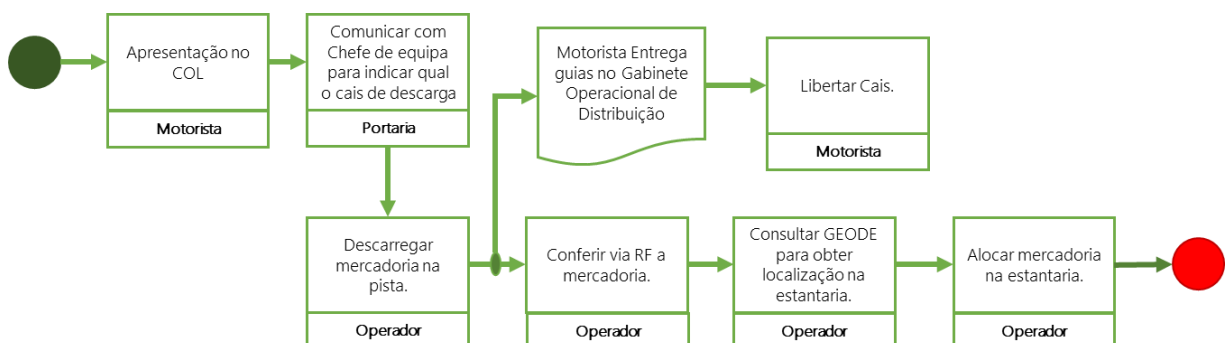


Figura 9 - Mapeamento do Processo de Receção de Clientes de *Stock*

O local de alocação da mercadoria na estantaria é o ponto de maior relevância para a tarefa seguinte de preparação, uma vez que esta começará no ponto exato onde a mercadoria é alocada.

### 3.4.2 Tarefas de Preparação - Ponto de vista Operacional

O objetivo deste conjunto de tarefas é disponibilizar ao operador que irá efetuar a carga, toda a mercadoria para conferência conjunta com o motorista, podendo assim dar início à carga.

Qualquer erro de colocação da mercadoria em pistas de carga ou zonas de preparação apenas será visível no momento da conferência. O operacional ao detetar este erro deverá imediatamente proceder à colocação correta da mercadoria.

#### 1. Preparação de Clientes de *Stock*:

O início destas tarefas dá-se com a entrada do turno 3, das 17:00 às 01:00, sendo este grupo de operadores e chefe de equipa responsáveis por toda a “produção” (nomenclatura usada para o conjunto de processos de *picking* e colocação de paletes completas nas zonas de separação intermédia). Os principais movimentos existentes nesta atividade são: movimentações da estantaria para as pistas de carga; movimentos de abastecimento e reaprovisionamento das linhas de *picking*.

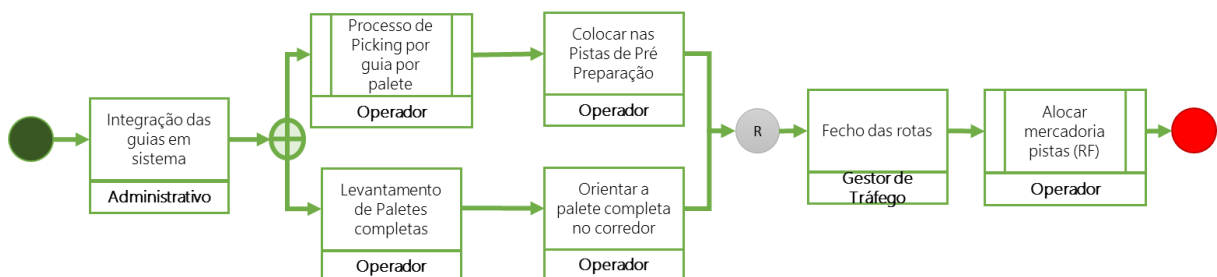


Figura 10 - Mapeamento de Processo de Preparação de Clientes de *stock*

A seleção das mercadorias a preparar é efetuada através de etiquetas de ordem de *picking* lidas pelos TRF dos operacionais. Estas etiquetas são geradas automaticamente assim que o cliente insere no SID as guias de encomenda que deseja que sejam distribuídas.

#### 2. Preparação de Clientes de *Cross-Docking*:

Como demonstrado pela Figura 23 do Anexo A (Mapeamento do Processo de Receção de Clientes de *Cross-Docking*) após a descarga e conferência da mercadoria, esta aguarda na pista para até ser movimentada para a sua pista de carga.

O tempo de espera da mercadoria na pista de descarga deve-se ao facto do fecho das rotas de distribuição (agrupamento definitivo da mercadoria para carga) ainda não ter sido efetuado. Isto faz com que esta mercadoria apenas efetue um movimento de desperdício necessário, da pista em que é descarregada para a pista que é carregada. Este compasso de espera é aceite como um desperdício necessário, pois a movimentação de mercadoria que ainda não tem rota de distribuição definida é considerada como propícia a erros e movimentos desnecessários.

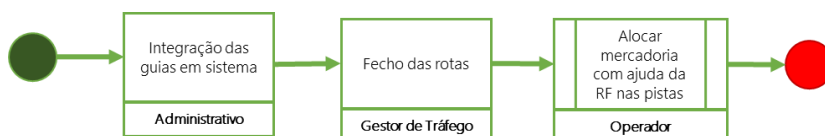


Figura 11 - Mapeamento de Processo de Preparação de Clientes de *Cross-Docking*



### 3.4.3 Tarefas de Expedição - Ponto de Vista Operacional

As tarefas de expedição têm um nível de serviço diário exigido internamente de 99%. O nível de serviço é calculado da seguinte forma: num dia considerado como normal, com movimentação de 1800 paletes, considera-se que menos de 18 paletes poderão não ser carregadas por algum motivo.

O planeamento das rotas de distribuição é efetuado até às 22:00 do dia anterior, com exceção das segundas-feiras, cujo planeamento de expedição é feito na sexta-feira anterior. Este planeamento é realizado pelos Gestores de Tráfego do departamento de Distribuição. Os horários de carga são feitos em função das disponibilidades legais dos transportadores, sendo por norma planeadas para começar às 05:00, sem hora de término definida, uma vez que alguns dos transportadores realizam “segundas voltas” de forma a rentabilizar o seu veículo.

As expedições para outros COL's do Grupo LS têm horas já normalizadas para carga, uma vez que o seu atraso poderá influenciar negativamente as operações de *Cross-Docking* desse COL. Por exemplo: O veículo que se desloca para a Plataforma de Vila-Real tem carga planeada para as 22:00; Veículo para o COL de Coimbra, tem hora de carga às 01:00.

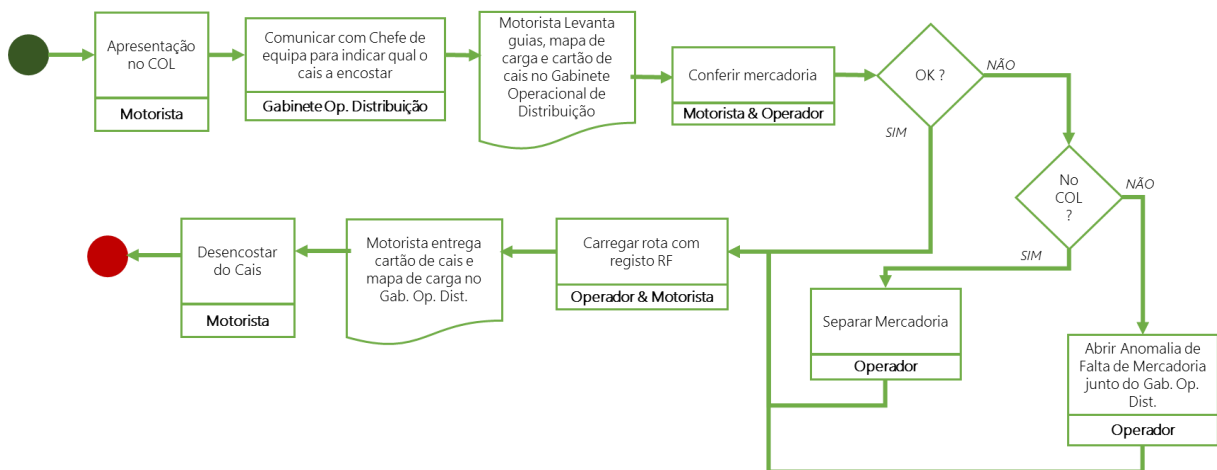


Figura 12 - Mapa de Processo de Expedição

As tarefas de expedição têm início com a apresentação do motorista no COL e terminam quando este liberta o cais no qual fez a carga. Como demonstra a Figura 12, um ciclo de trabalho relevante para o operacional é a conferência da mercadoria, sendo esta verificação efetuada conforme as exigências do cliente. Nos pontos em baixo são mostradas alguns exemplos de níveis de conferência, de acordo com as necessidades do cliente:

- Clientes de bens alimentares - A unidade de transporte é a paleta completa, sendo que esta já vem selada do cliente. O operacional é responsável por verificar se o filme envolvente não se encontra violado.
- Clientes de equipamentos eletrónicos – A unidade de transportes utilizada é a caixa do equipamento. Esta caixa pode ser de um volume reduzido como um telemóvel ou de um televisor de 213 cm de diagonal. O operador deverá verificar sem abrir o volume o peso e o estado da embalagem.
- Clientes de substâncias líquidas – A unidade de transporte é o recipiente recebido diretamente do cliente. O operacional tem de verificar se o recipiente terá fugas ou alterações ao seu aspeto físico.

Ao encontrar anomalias na mercadoria, o operador deve assinalá-las. Estas são divididas em 4 grupos:

- A. Falta de mercadoria (Total/Parcial): A guia de transporte indica quantidades de algum produto que não se encontra separado junto da mercadoria correspondente à rota a efetuar. O operador procura esta mercadoria “perdida” pelo COL até a encontrar ou até o Chefe de Equipa considerar que esta não está no COL. São efetuadas verificações e procuras nos sistemas de informação para confirmar a receção da mercadoria.
- B. Falta de guia: Produtos nas paletes de unidade de transporte contêm quantidades superiores às indicadas pela guia de transporte. Nesta situação o Operador dirige-se ao gabinete Operacional da Distribuição e indica esta anomalia. O operacional da distribuição analisa e decide se a carga deverá ser carregada com as quantidades indicadas pela guia ou se não é carregada de todo.
- C. Mercadoria danificada: O operador deverá separar de imediato a paleta completa para a zona de danificados, fazendo aí a separação da unidade de transporte danificada, executando todos os procedimentos de higiene e segurança necessários.
- D. Mercadoria mal separada: Quando, no momento de conferência por leitura RF, se encontra mercadoria não correspondente à rota a ser conferida. O operador alerta o Chefe de Equipa, e este encarrega-se de delegar um operador para verificar no sistema de informação a rota correspondente á mercadoria encontrada e efetuar imediatamente a alocação correta.

### 3.5 Dependências de outros departamentos

As atividades listadas no subcapítulo 3.4, são da responsabilidade do Departamento de Operações Internas. As OI's devem ser percebidas como um fornecedor de serviços ao Departamento de Distribuição, que por sua vez é responsável pelo planeamento da distribuição das mercadorias dos clientes alocados ao COL de Rechousa. A alocação dos clientes e a emissão de guias de encomenda é da responsabilidade do departamento de Serviço e Apoio ao Cliente.

#### 3.5.1 SAC - Serviço de Apoio ao Cliente

Todas as OE's que são introduzidas no sistema SID são revistas por colaboradores do SAC e são encaminhadas para o planeamento de distribuição do dia seguinte.

Qualquer mercadoria que não seja carregada para distribuição recebe um *status* de anomalia no sistema SID. Estas anomalias são acompanhadas pelos colaboradores deste departamento.

Quando uma mercadoria no ato de descarga surge com uma anomalia os colaboradores deste departamento iniciam um processo de Reentrega.

#### 3.5.2 Distribuição Norte

Este departamento tem uma equipa de trabalho com funções de Gestores de Tráfego, que agrupam todas as OE's emitidas pelos clientes pela frota e/ou transportadores subcontratados. O planeamento efetuado por esta equipa é referente a toda a mercadoria que passa por todos os COL's da região norte do país. Os horários de carga são definidos por esta equipa, respondendo assim a janelas temporais de entrega exigidas pelos clientes.

Ao planeamento da distribuição dos clientes do Norte, é agrupada a mercadoria proveniente dos clientes do Sul em transportes provenientes de outros COL's do Grupo LS.

Os Gestores de Tráfego são também os responsáveis pelo planeamento das rotas de distribuição, definindo assim a mercadoria de carga para cada um dos veículos. Este planeamento é efetuado até às 22:00, *cut-off* interno definido pelas chefias de departamentos.

O rendimento que este departamento pretende revê-se no cálculo do custo de transporte do veículo escolhido versus a taxa cobrada ao cliente pelo transporte de mercadoria. Com este cálculo simples, os Gestores de Tráfego tentam otimizar o volume disponível em cada veículo de distribuição. Esta forma por vezes leva a planeamentos de carga excessivos em volume e ou peso.

### 3.6 *CROSS-DOCKING* no COL de Rechousa

O processo de *Cross-Docking* inclui a receção de mercadoria no COL, proveniente dos vários clientes, e o seu agrupamento por conjuntos de destinatários finais. Aos conjuntos de mercadorias carregadas no mesmo veículo dá-se o nome de rota de distribuição (*tournee*). O Grupo LS utiliza este serviço de forma integrada com o seu planeamento de distribuição.

No COL de Rechousa o tratamento das paletes, no processo de *Cross-Docking*, é feito segundo o modelo Híbrido, em que mercadoria proveniente de clientes de proximidade é agrupada para distribuição com clientes de *stock*.

As receções para *Cross-Docking* são divididas em dois tipos: INTERCOL e Clientes não *stock* (Transporte Primário). Esta divisão deve-se principalmente ao local de início do transporte. Nos TP's o transporte é efetuado da porta do cliente para o COL, e a sua hora de receção pode ocorrer das 15:00 às 20:00. A mercadoria rececionada dos TP's fica a aguardar separação até ao fecho do planeamento das rotas de distribuição.

O carregamento dos INTERCOL's é efetuado noutros COL's do Grupo LS, sendo a hora de receção das 23:00 às 06:00. Este intervalo de 7 horas provém do modelo de flexibilidade que o Grupo LS oferece aos clientes.

### 3.7 Nível de Serviço

O nível de serviço que o Grupo LS propõe aos seus clientes é medido de acordo com o número de guias em conformidade, entregues no destinatário final. O nível de serviço no Grupo LS é o ponto de partida de negociação com cada cliente. O nível de serviço é medido no dia seguinte ao dia da entrega da guia no destinatário final.

Para os clientes são apresentados dois tipos de nível de serviço:

- *Complete* – Entregas no destinatário final, efetuadas sem anomalias nas cargas.
- *On time* – Entregas no destinatário final na data de distribuição acordada.

O nível de serviço médio acordado com a generalidade dos clientes é de 98% em ambos os tipos de nível de serviço. Este valor poderá ser negociado para valores acima ou abaixo consoante a tipologia dos produtos (características físicas e tipo de tratamento da palete).

### 3.8 Tratamento de Reentregas

A LI dentro dos operadores logísticos é vista como uma mais-valia prestada ao seu cliente. Contudo, existe, por vezes, a decisão estratégica de não fornecer esse serviço devido aos seus custos não poderem ser imputados diretamente ao custo do serviço. A LI no caso do Grupo LS começa quando uma mercadoria transportada não é aceite no destinatário. O processo atualmente determina que no final da rota o motorista deverá devolver a mercadoria ao COL.

Atualmente, após a receção da mercadoria como LI, o processo é demorado o que faz com que alguns motoristas só façam a devolução da mercadoria quando chegam ao COL no dia seguinte (para carregar outra rota de distribuição). Quando esta descarga não é efetuada no dia devido, faz com que na atividade de preparação da mercadoria para distribuição no dia seguinte, não seja conhecido o total de mercadorias que estão definidas como reentregas que não se encontram no COL.

Tem como designação de Reentrega qualquer tipo de mercadoria que tenha sido carregada para o veículo de distribuição e se enquadre nas circunstâncias seguintes:

- Informação do destinatário não era acertada:
  - Acesso do veículo não era possível (dimensões elevadas para zonas de descarga e/ou vias públicas)
  - Janela Horária não estava correta.
  - Quantidades pedidas não estão acertadas com as quantidades transportadas.
- Descarga da mercadoria encontra-se obstruída pela mercadoria de outro destinatário.
- Mercadoria estava mal paletizada
- Horário de receção não cumprido por indisponibilidade do destinatário ou avarias do veículo

Tabela 4 - Incidências Reentregas

Mês	Nº Guias	Média Diária	% do total de guias
setembro	1235	62	9%
novembro	1216	61	8%

Por observação da Tabela 4 verifica-se que o número de incidências médias diárias é de 62 e 61 guias, definidas para Reentrega, num universo de 14500 guias distribuídas mensalmente. Isto leva a um nível de incidência no mês de setembro de 9% e de 8% em novembro. Dos valores considerados, cerca de 50% das OE's definidas para Reentrega poderão ser da responsabilidade do Grupo LS, e o seu novo transporte não é cobrado ao cliente.

O nível de reincidência durante o mês de setembro foi de 17%, isto é, das 1235,  $\approx 209$  foram consideradas como segundas RG (das quais 140,  $\approx 67\%$  foram consideradas terceiras RG). Não existe, atualmente, uma medição efetuada de forma a descobrir quanto é reinvestido na distribuição de uma RG e quanto esta poderá diminuir a faturação junto do cliente.

O levantamento efetuado permite concluir que este tema é de interesse para a melhoria contínua, na ótica de normalização de processos para eliminação de desperdícios. Os desperdícios causados com cada RG vão para além do tratamento requerido no COL com a receção, nova preparação e nova carga. Num possível levantamento do processo de tratamento de RG, dentro do Departamento SAC, facilmente poderiam ser identificadas ações morosas.

### 3.8.1 Modelo Atual

A ocorrência de uma incidência, como as assinaladas em cima, dá início ao processo de RG. A Figura 13 mostra que desde o momento que o destinatário não recebe a mercadoria esta é indicada pelo SAC como reentrega para o dia seguinte.

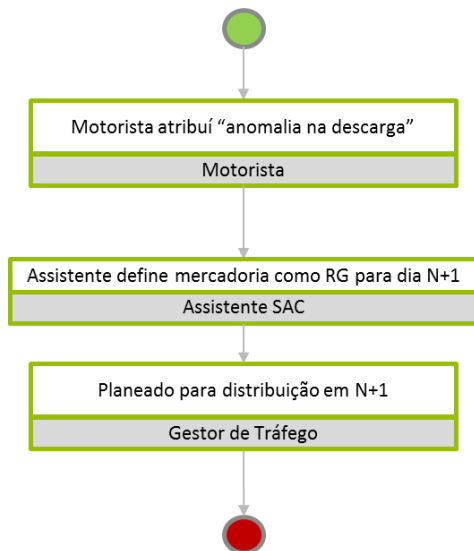


Figura 13 - Início do processo de RG

A tarefa realizada pelo Gestor de Tráfego, de planejar para rota de distribuição a RG, sem a garantia de que esta será recebida a tempo no COL, causa erros de tratamento que são evidenciados pelo mapeamento do processo atual. (ver, ANEXO A, figuras Figura 25, Figura 26, e Figura 27)

De forma a garantir a preparação de todas as mercadorias estas são colocadas, assim que processadas administrativamente, em determinadas pistas (42 e 41). De forma pouco estruturada, está definido que estas mercadorias devem ser as primeiras a separar assim que tiverem rota de distribuição atribuída.

O processo atual encontra-se assente em três premissas importantes:

- 1ª – O motorista consegue voltar ao COL, sem esgotar o seu horário de condução permitido.
- 2ª – O motorista espera por vaga de atendimento pelos operacionais dos retornos.
- 3ª – Quando o primeiro princípio não é cumprido, os gestores de tráfego tentam replanear a mercadoria de RG para o dia seguinte, no mesmo veículo em que foi carregada no dia anterior.

Na 1ª premissa, o que atualmente é executado é a atribuição da NDR pelo assistente de tráfego, à mercadoria em causa. No dia seguinte, o motorista desloca-se ao COL uns minutos antes da hora prevista de carga para a sua rota de distribuição, de forma a descarregar a mercadoria RG.

Quando a 2ª premissa não é cumprida, ocorre o mesmo desfecho, uma vez que o motorista apenas efetua a descarga da mercadoria para reentrega no dia seguinte, dia da nova distribuição.

A resolução de entrega em COL no dia seguinte, traz impactos na operação, uma vez que é atribuída à reentrega a NDR. Com esta atribuição, a mercadoria é considerada como passível de ser planeada para nova distribuição contudo, corre-se o risco de poder não “chegar a tempo” do horário previsto de carga. Este erro é apenas detetado no momento de conferência da mercadoria para carga.

Durante a tarefa de conferência da mercadoria para carga, a falta de uma paleta requer que seja rastreado o seu percurso através do SPROD. Na situação de descarga de reentrega no dia seguinte ao suposto, como a RG não deu entrada, é impossível verificar em tempo útil a sua localização. Contudo, o operacional tem obrigação de esgotar todas as hipóteses e acaba por se deslocar aos pontos de descarga de RGs e pontos de preparação intermédios (pistas 41 e 42) à procura da mercadoria em falta.

Na 3ª premissa, tenta-se que os operacionais do armazém não tenham que procurar a mercadoria, uma vez que esta já se encontra no veículo em que será carregada. Contudo, a informação não flui para os operacionais, e estes dependem do motorista, uma vez que a mercadoria em causa já tem a NDR emitida, ou seja, foi considerada como ter dado entrada no armazém. Este método de resolução levanta ainda mais problemas de segurança se o veículo não pertencer à frota LS e não for estacionado durante o período noturno no parque de estacionamento do COL.

### 3.9 Melhoria Contínua no COL de Rechousa

A melhoria contínua no COL de Rechousa tem sido desenvolvida de raiz desde abril de 2015. O trabalho realizado consistiu numa normalização e gestão visual segundo a metodologia 5S's. Existe já um historial de auditorias de 5S's efetuadas no armazém. Os chefes de Equipa receberam formação sobre o tema.

A cultura de melhoria contínua encontra-se fumentada na equipa operacional, com a realização de uma reunião diária no início do turno. Os temas abordados nesta reunião são: designação de operacionais para funções específicas; volume de trabalho espetável; revisão dos indicadores de produtividade; revisão de regras de segurança. Pode ver-se nas figuras Figura 29 e Figura 30, do ANEXO B, os quadros que suportam a informação para as reuniões operacionais.

As figuras Figura 38 e Figura 39, apresentadas no ANEXO B, mostram os restantes quadros da zona de reuniões operacionais diárias.

Tal como é mostrado na Figura 30, existem já alguns indicadores desenvolvidos, nomeadamente para a Logística Inversa, performance de ações de *picking*, sinistralidade e taxa de ocupação do armazém.

Existe uma ferramenta com um historial elevado de eficácia, designada por “meta do mês”. Esta consiste na definição de uma ação a melhorar. Durante 30 dias existe um foco maior nesta ação. Se durante 30 dias não se registarem ocorrências negativas relacionadas com a mesma, a “meta do mês” é alterada, caso contrário, é imposta formação aos operacionais sobre o tema.

O departamento responsável por esta área tem, atualmente, um colaborador apenas. Contudo, este colaborador tem o apoio de outros colaboradores pertencentes a outros departamentos de melhoria contínua, presentes nos outros COL's da LSLI onde a temática de melhoria contínua se encontra mais avançada. Para o futuro próximo, existe um plano de formações a ser concluído em 2015 para todos os operacionais do COL de Rechousa sobre as temáticas de 5S's, 7 Desperdícios, e Kaizen Diário.

## 4. Propostas de melhoria

Neste capítulo serão apresentadas as oportunidades de melhoria identificadas durante a execução da dissertação, e consequentes sugestões de melhoria. Pretende-se que este capítulo esclareça todos os pressupostos considerados para as melhorias sugeridas. O capítulo termina com a apresentação dos resultados alcançados pelas sugestões de melhoria.

### 4.1 Sinergias Interdepartamentais

Os processos desempenhados pelos operacionais encontram-se pouco orientados para o cliente. A inexistência de indicadores operacionais capazes de orientar os seus colaboradores para um bom desempenho, cria um desalinhamento com o objetivo final dos vários processos.

É sugerido que a atividade de *Cross-Docking*, na ótica do departamento das Operações Internas, tenha a satisfação do cliente como objetivo último. Sugere-se que os operacionais encarem o dever de ultrapassar as necessidades do seu cliente, o Departamento da Distribuição, uma vez que é este que faz o planeamento das rotas de distribuição, que por sua vez são uma necessidade levantada pelos clientes da LSLI.

Atualmente, as anomalias encontradas durante a operação são frequentemente anotadas e entregues às chefias, que por sua vez tentam conhecer o problema causado aos seus operacionais. Contudo, esta metodologia que pode servir para ultrapassar problemas, não é suficiente para os resolver permanentemente.

A proposta de melhoria consiste na realização de um conjunto de reuniões diárias, antes e após a operação. As reuniões deverão ocorrer a nível operacional e ao nível de chefias. Com uma plataforma apropriada para discussão e análise de várias perspetivas, será espectável ter resoluções capazes de normalizar as atividades no COL. Pretende-se com esta proposta, através do envolvimento de pessoas representantes das várias funções, seja possível incutir a cultura e o ambiente propício para a melhoria contínua.

#### 4.1.1 Reunião de Preparação às 19:30

Nesta reunião participam Chefe de Equipa Operacional, Gestor de Tráfego e Assistente de Tráfego. A informação partilhada na reunião pelas 3 entidades consiste na seguinte:

- Horário de Carga dos INTERCOL's de chegada

Esta informação torna possível uma 1ª previsão da hora de chegada dos carros de INTERCOL. Esta hora de chegada é depois confirmada na entrada do turno às 01:00 dos assistentes de tráfego.

- Rotas de distribuição de carga prioritária

Rotas de distribuição cuja mercadoria é muito dependente do uso de INTERCOL's, podendo ainda ter destinatários finais com janelas horárias de receção muito reduzidas. Estas cargas prioritárias também o são no momento de preparação, ou seja, deverão ser as primeiras a ser preparadas para as pistas de carga.

Para a informação ser melhor percecionada junto dos operacionais, pretende-se que qualquer rota de distribuição que possua a nomenclatura de "xx5x", (exemplo: 250;251;356;555) seja considerada como prioritária. Esta normalização cria pontos de alerta nos operacionais do armazém de forma a reduzir erros nestas cargas prioritárias.

#### 4.1.2 Reunião de Levantamento às 08:45

Nesta reunião participa o Chefe de Equipa Operacional e o Assistente de Tráfego.

Seguindo a metodologia do 3C's, esta reunião tem como intuito o levantamento de oportunidades de melhoria com base nas ocorrências do turno que se encontra a terminar. Deseja-se, com a participação conjunta destes dois colaboradores, que a criação de 3C's seja correta e direcionada a quem o poderá abordar da melhor forma.

No ANEXO B, na Figura 28 é apresentado um exemplo de 3C's preenchido nesta reunião:

Número: 13; Data: 22/11/2015

- Caso: As OE's do Cliente XPTO não indicavam o número de volumes.
- Causas: Informação mal introduzida no sistema SID pelo cliente; Não existe UT (etiqueta) associada aos volumes.

Os campos de “Contra-Medida” e “Prazo” deverão ser discutidos e preenchidos pelos intervenientes na reunião explicada no ponto 4.1.3. Algumas contra medidas poderiam ser as seguintes:

- Verificação do percurso efetuado pela UT (etiqueta) no sistema.
- Contactar o cliente para averiguar possível avaria na impressora de etiquetas.
- Verificar a informação introduzida no sistema.

O campo de “Prazo” destina-se à data de verificação das contra-medidas aplicadas a este problema. Esta verificação deverá ser efetuada na reunião do ponto 4.1.3.

#### 4.1.3 Reunião de Análise às 10:30

Nesta reunião participam as chefias dos departamentos de Operações Internas, Distribuição e Serviço de Assistência ao Cliente. Pretende-se que sejam analisados indicadores correspondentes à operação de *Cross-Docking* realizada nesse mesmo dia, assim como o impacto sentido pelo cliente no final do dia anterior.

##### **Indicadores operacionais:**

- **Descargas Intercol**

Número de Descargas efetuadas por faixa horária (até às 00:59; 01:00 às 01:59; 02:00 às 03:59; 04:00 às 04:59; depois das 05:00) sendo que a capacidade, definida pelas operações internas, de colocar toda a mercadoria descarregada nas pistas de carga correspondentes foi: 4 carros, 3 carros, 4 carros, 2 carros, 1 carro por faixa horária, respetivamente.

- **Atrasos dos Motoristas/Transportadores**

O departamento de distribuição tem acordado com os motoristas e transportadores a hora de chegada ao COL com 30 minutos de antecedência face à hora prevista de carga.

Estes 30 minutos têm em consideração o tempo necessário para receção das guias de transporte, ordenação da rota e conferência da mercadoria.

O indicador deverá ter em conta dois intervalos de tempo: i) chegada ao COL até 30 minutos antes do horário previsto de carga, ii) chegada até 15 minutos antes da hora prevista de carga. Estes indicadores têm a intenção de conhecer o impacto real que o atraso do motorista tem nos atrasos de carga.



- **Atrasos Cargas**

Neste indicador são medidas as cargas de cada faixa horária, que terminaram 45 minutos após o começo. Este tempo é medido através dos registos efetuados no mapa de carga, documento de serviço contratual no qual o motorista e o operacional acordam nas quantidades de paletes, volumes e caixas carregadas no veículo.

Neste indicador pretende-se entender as repercussões que os dois indicadores explicados em cima poderão ter na operação. O objetivo do indicador deverá ser <5%, isto é, a percentagem de cargas com duração superior a 45 minutos por faixa horária deverá ser inferior a 5% (em relação ao total de cargas efetuadas na mesma faixa horária)

- **Faltas de Espaço**

Uma falta de espaço acontece quando o planeamento da carga é superior à capacidade do veículo. Esta incidência é levantada pelo motorista e o operacional aquando da conferência. Este problema sem o cliente e/ou o destinatário final sentirem impacto terá apenas duas resoluções possíveis:

- Sobreposição de paletes: As paletes são sobrepostas, segundo especificações do cliente, sendo que a responsabilidade recai sobre o departamento de distribuição.
- Replaneamento para segunda carga: Se o motorista/transportador tiver uma segunda carga planeada para distribuir por uma zona próxima do destinatário da guia, esta não será carregada na carga que estava planeada, e será reinserida no sistema para replaneamento para a segunda viagem que o transportador/motorista.

Em última instância, a mercadoria não será carregada e será considerada para Reentrega.

Sempre que existe uma ocorrência de falta de espaço, esta traz impacto operacional, uma vez que a tomada de decisão da resolução a executar cabe sempre ao assistente de tráfego, pertencente ao departamento da distribuição. O operacional e o motorista têm assim que, por vezes, esperar que o assistente de tráfego esteja disponível para resolução destas incidências.

O indicador deverá ser medido por:

- Nº de Incidências e Percentagem das mesmas sobre todas as cargas efetuadas. O objetivo deste indicador é ser <5%.

- Nº de Paletes e percentagem das mesmas sobre todas as paletes carregadas. O Objetivo deste indicador é ser <2%, refletindo o nível de serviço pretendido.

- **Planeamento VS Real**

Acompanhamento visual por faixa horária do que é realmente efetuado por faixa horária prevista de carga. Através do acompanhamento desta gestão visual é possível entender faixas horárias críticas, faixas horárias estas em que o efetuado é diferente do planeado, assim como entender o comportamento do efeito dos atrasos de alguns intervenientes durante a operação. Este efeito poderá ser visível através de atrasos em algumas faixas horárias e recuperações do número de cargas planeadas nas faixas seguintes. Servirá para poder redistribuir o número de cargas por faixa horária no futuro.

### **Indicadores de impacto no cliente da operação do dia anterior:**

- **Nível de Serviço**

O indicador deve ser apresentado de duas formas:

- Global: Agrupando todos os clientes. Percentagem das guias de todos os clientes não conformes pelo número total de guias distribuídas.
- Segmentado: Tipo de Cliente (Alimentar, Tecnológico, Higiene e Limpeza). Percentagem de guias não conformes pelo número de guias distribuídas por cliente.

O objetivo do indicador global é 98%. Para o indicador discriminado por tipo de Cliente deverá ser considerado o valor segundo os valores acertados no contrato de prestação de serviços. Uma evolução deste indicador passa por criar um indicador próprio para cada um dos clientes em que a sua soma perfaça 80% ou mais do número de guias distribuídas.

- **Reentregas e Segundas Reentregas**

Sempre que uma mercadoria é designada para Reentrega, seja por culpa do cliente, do transportador ou do destinatário. Esta mercadoria, devido à urgência de satisfação das necessidades do destinatário, tem um valor acrescentado para o cliente, tornando-se assim prioritária.

O número de incidências e o seu valor percentual sobre as guias transportadas por cliente e totais deverá ser controlado de forma a ser compreendido o valor que se está a perder.

O objetivo deste indicador deverá estar correlacionado com o indicador de nível de serviço, ou seja, deverá ser inferior a 2% de número de guias não entregues por todas as guias distribuídas.

O objetivo do indicador de Segundas Reentregas, deverá ser iniciado com o valor de 2% do número de guias não entregues num dia por todas as guias não entregues no dia anterior.

- **Acompanhamento dos 3C's**

No final da reunião deverão estar reservados cerca de 2 minutos para acompanhamento dos 3C's levantados na reunião operacional das 08:45, assim como a criação de algum 3C pertinente a partir dos dados analisados nos pontos anteriores.

Com intuito de controlar a efetividade da reunião, deverá ser criada uma agenda a preencher no início da reunião com os seguintes pontos:

- Presenças. Assiduidade dos elementos pertencentes aos 3 departamentos.
- Hora de início e tempo de duração da reunião. Permitirá perceber se a duração e agendamento horário da reunião são os apropriados.
- Nº de 3C's levantados. Indicação do nº de 3C's levantados na reunião das 08:45 e nesta mesma reunião.
- Nº de 3C's respondidos. Indicar o número de 3C's em que as contramedidas foram aplicadas dentro do prazo de verificação.

Os valores indicados na agenda da reunião, relativos aos 3C's, permitiram conhecer, ao longo do tempo, a capacidade de resposta da equipa presente na reunião.

Em resumo, estas sugestões de melhoria tencionam colocar os 3 departamentos com a atenção direcionada ao impacto do cliente, melhorando as sinergias entre estes. Através da metodologia 3C's, poderão ser criadas normas para incidências consideradas, previamente à implementação da sugestão, como incontrolláveis. A implementação deste conjunto de sugestões só será

possível através de um envolvimento das pessoas, querendo conhecer todas as dificuldades e necessidades que têm no seu trabalho diário. O envolvimento das mesmas, durante na resolução e acompanhamento do 3C, assegurará o seu envolvimento, o sentimento de relevância na organização e ainda a penetração da cultura de melhoria contínua.

#### 4.1.4 Implementação da proposta de melhoria

As implementações mostradas neste subcapítulo foram concebidas com o apoio dos participantes das reuniões. Estes foram consultados de forma a conhecer as suas necessidades e forma de angariar a informação necessária.

Foi concebido um *query* em SID que se devolve as horas de carga dos INTERCOLs, aliando a um *Excel* estruturado, foi possível satisfazer a necessidade de conhecer a previsão das horas de chegada dos INTERCOLs ao COL de Rechousa. Todas as outras informações necessárias já eram angariadas pelos participantes da reunião de forma a construir relatórios da atividade noturna.

#### Implementação das Reuniões de Preparação e Levantamento

Para satisfazer as necessidades de plataforma para as reuniões de Preparação e Levantamento, junto ao gabinete da equipa operacional da distribuição dentro do armazém, foi montado um quadro que inclui os seguintes parâmetros:

- Estrutura da Reunião.
- Quadro de presenças.
- Espaço dedicado às informações úteis da reunião de preparação às 19:30: Horários de INTERCOL; Rotas de distribuição prioritárias.
- Espaço dedicado às informações úteis da reunião de levantamento às 08:45: Faltas de Espaço; Atrasos de Motoristas; Planeamento de Carga.
- Espaço comum para 3C's.

O quadro referido anteriormente é apresentado na Figura 14. Este deverá estar sujeito a melhorias propostas pelos intervenientes das reuniões. A plastificação das folhas para escrita, pretende que a renovação da informação seja de fácil execução e que não seja necessária a impressão de papel.



Figura 14 - Quadro das Reuniões de Preparação e Levantamento

No ANEXO B, nas figuras Figura 31, Figura 32 e Figura 33 são apresentados exemplos históricos do preenchimento das tabelas referentes a ambas as reuniões.

## Implementação da Reunião de Análise

A estrutura necessária para a realização destas reuniões foi montada dentro de uma sala dentro do *Open-Space*, com a denominação de Sala *Kaizen*. Esta sala foi projetada com o intuito de receber reuniões esporádicas de curta duração (ausência de cadeiras, com apenas uma pequena mesa a servir de balcão), sendo posteriormente utilizada para realização de reuniões diárias do sector dos Transportes do COL de Rechousa. Considerou-se este espaço como ideal para realizar uma reunião como a concebida.

Para cumprir com as análises propostas foi necessário conceber uma base de dados que apoiasse a reunião. Essa base de dados assume a forma de um ficheiro de *Excel* colocado numa pasta partilhada, do servidor interno, acessível a todos os intervenientes. Demonstrações deste ficheiro encontram-se nas figuras Figura 34 e Figura 35, no ANEXO B.

O *layout* final do espaço da reunião é apresentado na Figura 15.



Figura 15 - Layout dos quadros de indicadores da reunião de Análise

A tabela com a anotação “A” merece destaque, uma vez que esta foi sugestão dos participantes logo na segunda reunião. Esta tabela serve para sugerir melhorias aos indicadores, *layout* gráfico e ainda indicadores futuros a acrescentar. Uma destas das sugestões, presente atualmente, é: Ajustar a apresentação de atrasos de cargas às faixas horárias de cargas, como são apresentados os indicadores de nº de cargas ocorridas (por faixa horária de Planeamento).

A Figura 36, no ANEXO B, mostra a participação a 100% dos representantes de todos os departamentos, ao longo de duas semanas (mesmo que com chegada após o início da reunião). É ainda relevante a participação, por norma, de mais que um representante por departamento. Esta pequena tabela é um excelente indicador da adesão à cultura da melhoria contínua.

## 4.2 Normalização de Identificação das Pistas

A posição atual de cada UT presente no COL de Rechousa é dada por um campo do SPROD, relativo ao número único de cada UT. Para modificar este campo, sempre que os operacionais movimentam uma UT, precisam apenas de ler a etiqueta (através de um TRF individual) e editar o campo correspondente à localização (imagem demonstrativa no ANEXO C, na Figura 40).

Este campo de localização da UT é preenchido com as seguintes normas dependendo das ações a executar:

- *Stock*: “AY0359” – Corredor AY ; Nível 3º ; Posição 59.
- *Picking* Terminado: “Z1” – zona para separação 1.
- Preparação Paleta Inteira: “AC” – Corredor AC.
- Reaprovisionamento *Picking*: “RP1” – zona de reaprovisionamento de *picking* 1.

Para estas ações a localização é facilitada, uma vez que ao posicionar a palete, o operador é forçado a ler a etiqueta correspondente à localização, não tendo necessidade de introduzir valores no TRF. Na preparação da mercadoria para as pistas de carga (“Separação” nome em SPROD da ação) não existe uma normalização tão clara para a localização. Por exemplo, o operacional na atividade de preparação, lê a etiqueta de uma UT (a rota de distribuição a que pertence ainda não teve nenhuma UT movimentada para a pista de carga) e ao movimentar a UT para a pista de carga nº 30, decide coloca-la do lado esquerdo da pista, deixando o lado direito para outra rota de distribuição. Dependendo do operacional que executa esta ação, o resultado da informação poderá ser o seguinte: P30E; E30; 30E; PE30; 30.

Quando no momento de conferência é detetada uma UT mal preparada (uma UT que não pertence às OE's a carregar na rota de distribuição a que pertencem as UTs à volta) com a quantidade de *inputs* atuais no campo da localização, torna-se difícil perceber através de pesquisa no SPROD, onde a UT mal posicionada deveria estar localizada.

De forma a reduzir o número de entradas possíveis no sistema, assim como no futuro estudar os movimentos das UTs e as suas localizações finais (o sistema SPROD, não tem capacidade de guardar histórico dos registos do campo de localização da UT) é necessário pensar em soluções para criar hábitos de normalização junto dos operacionais.

### A. Proposta de Normalização e Formação dos Operacionais

É apresentado na Figura 16 uma normalização que, para além de indicar o número da pista de carga, indica, ainda, a porta de carga sugerida para a rota de distribuição a que a UT pertence. O seu significado é o seguinte: “PISTA” “E/D”- Esquerda/Direita “P”-Porta “Nº Porta de carga”

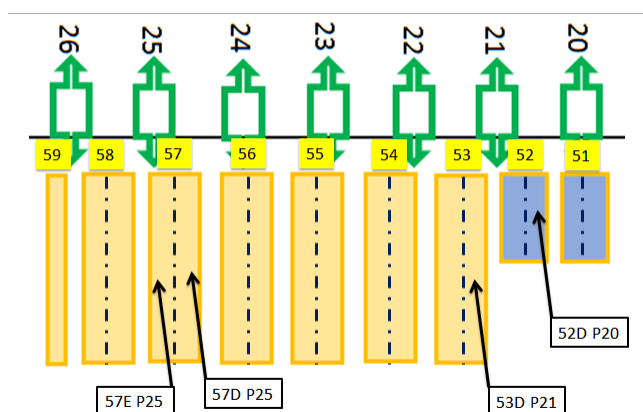


Figura 16 - Proposta Normalização das Pistas

Para implementação desta proposta são necessárias ações de formação aos operacionais, que podem ser dadas pelos chefes de equipa ou formadores capazes já existentes no COL de Rechousa. Sugere-se ainda que esta proposta seja considerada para a “Meta do mês”, metodologia de melhoria contínua já usada no COL de Rechousa.

Esta proposta foi implementada e os seus resultados acumulados com as propostas 4.1 e 4.3 serão apresentados no ponto 4.8.

### B. Proposta de Normalização através de etiquetas

Uma proposta possível de normalização passa por colocar etiquetas, para leitura através do TRF, junto das pistas de carga, da mesma forma que é feito aquando da ação de alocação da mercadoria na estantaria. Esta proposta pretende eliminar o erro humano.

As soluções de implementação são de dois tipos possíveis:

- **Etiqueta em Altura:** Seria necessário colocar por cima de cada uma das pistas uma etiqueta em altura pendurada na estrutura do armazém. Os TRF permitem uma leitura com uma distância até sensivelmente 2m.
- **Etiqueta no solo:** Seria necessário perfurar o piso do armazém, junto ao topo de cada pista para colocar a etiqueta no solo, cobrindo com resina que permitisse a leitura da mesma e resistente ao desgaste das passagens das máquinas.

A implementação de uma destas propostas está em fase de avaliação.

### 4.3 Planeamento das horas de carga

O planeamento das rotas de distribuição efetuado pela equipa de Gestores de Tráfego, para além de agrupar a mercadoria por veículo, define, também, a hora prevista de carga. Atualmente, a decisão apenas segue as restrições de horário de condução do transportador e as janelas horárias de receção dos destinatários. Os horários previstos de carga são entre as 05:00 e as 11:00. Uma rota de distribuição designada como “segunda volta” (3xxx), poderá ser planeada com horário de carga às 08:30, uma vez que poderá ter carregado a primeira vez às 05:30 e já ter cumprido a sua primeira rota.

O tempo médio de carga atual é de 35 minutos. O Planeamento atual de horários previstos de carga é de 30 em 30 minutos. Nos horários considerados, no modelo atual, era constante a situação de que todos os operadores se encontravam ocupados. Sempre que uma carga ocupasse um operacional por mais de 30 minutos, este, à partida, estaria a falhar a hora prevista de um carregamento de outro veículo.

O modelo atual como representado na Tabela 5, conta com 7 intervalos de carga a partir das 05:00, numa situação do planeamento máximo por horário ser cumprido (130 rotas de distribuição), seria espetável que cargas previstas para as 08:30 apenas iniciassem o carregamento pelas 08:55 (35 minutos acumulados por atraso em cada intervalo).

Tabela 5 - Normalização **AS IS** vs **TO BE** do Planeamento de Cargas

AS IS - Planeamento Máximo		TO BE - Planeamento Máximo	
<b>04:00</b>	10	<b>05:00</b>	10
<b>05:00</b>	15	<b>05:30</b>	15
<b>05:30</b>	15	<b>06:15</b>	25
<b>06:00</b>	15	<b>07:00</b>	25
<b>06:30</b>	15	<b>07:45</b>	25
<b>07:00</b>	15	<b>08:30</b>	25
<b>07:30</b>	15		
<b>08:00</b>	15		
<b>08:30</b>	15		

**A proposta de melhoria tem como pressupostos os seguintes pontos:**

- Início das cargas às 05:00, com um máximo de 10 cargas planeadas.

Diariamente um ou mais INTERCOL's dão entrada no COL de Rechousa após as 04:00. Este facto não permite a receção da mercadoria presente nestes veículos, assim como a posterior preparação, em tempo útil para horários previstos de carga (04:00 ou até mesmo 05:00).

Esta sugestão pretende evitar o impacto causado com estes horários de chegada tardia. Sugere-se ainda, aos Gestores de Tráfego, que se evite planejar rotas de distribuição cuja percentagem de mercadoria proveniente de INTERCOL's seja relevante.

- Alterar faixas horárias para 45 minutos

Foi considerado que com o tempo medido atual de 35 minutos por carga deveria existir uma folga adicional de 10 minutos para resolução de: conferências mais demoradas; dimensionamentos excessivos das cargas; movimentos de procura de mercadoria mal posicionada.

A exceção da primeira faixa horária prende-se ao facto histórico de o número de rotas de distribuição com necessidade dessa hora prevista de carga ser reduzida. Esta exceção inclui também o facto de nestas rotas de distribuição a mercadoria a carregar é maioritariamente de pacotaria, nome dado a OE's em que a mercadoria são volumes e ou caixas que não constituem uma paleta. Sendo estas de carregamento rápido (o motorista é responsável pela carga) mas têm um tempo de conferência elevado.

- Aumentar a capacidade de carga para 25 por faixa horária

Esta limitação prende-se com o *layout* do armazém e a taxa de avaria de portas de carga. Uma vez que o COL de Rechousa tem 30 portas de carga, e 4 destas são dedicadas à zona de armazenagem em frio positivo, a taxa média de avaria é de 3 portas/semana com intervalo de reparação de 3 dias, parte-se do pressuposto que apenas 25 portas estarão disponíveis para uso simultâneo.

Propõe-se ainda que seja eliminado internamente o conceito de segundas voltas, uma vez que a nível operacional é indiferente se os operacionais carregam no mesmo veículo ou noutro diferente. Deverá proceder-se de forma a que as rotas de distribuição com nomenclatura "3xxx" designem apenas rotas de distribuição com horas previstas de carga após as 09:00.

A distinção de segundas voltas, usada pelos gestores de tráfego no planeamento, perturba as tarefas de preparação dos operacionais no armazém. Estes usam a premissa que uma segunda volta tem um horário previsto de carga tardio, posicionando, por norma, a mercadoria desta rota de distribuição nos corredores da estantaria.

O inverso também ocorre com frequência, isto é, uma rota de distribuição com nomenclatura de "430", com hora prevista de carga às 10:00, é, por norma, colocada, por desconhecimento do operacional, nas pistas de carga próximas das portas de carga.

Esta sugestão de normalização tem como intuito facilitar a atividade de separação e o reconhecimento por parte dos operacionais que estas mercadorias não têm prioridade para ocupar as pistas junto das portas de expedição. Assim, reduz-se os movimentos de carga da mercadoria para o veículo, nas horas de maior atividade de expedição, deixando estas mercadorias numa posição mais recuada.



#### 4.4 Atribuição de Portas por Operacional

Após o mapeamento da atividade de expedição, foi notório que o recurso mais escasso é o número de operacionais disponíveis, uma vez que são estes que, por norma, acompanham apenas um motorista de cada vez, desde a sua entrada na zona de cargas até ao fim do carregamento.

O processo encontrava-se implementado na seguinte forma: o operacional e o motorista faziam uma conferência conjunta da mercadoria a carregar, posteriormente o operacional carregaria o veículo. O motorista é livre de colaborar no carregamento do veículo. Este critério não se encontrava definido, depende da “boa vontade” do motorista e da sua “pressa” em sair do COL.

O redesenho de algumas ações desta atividade nos horários com mais volume de cargas, das 05:00 às 08:30, pretende que os operacionais reduzam os movimentos realizados, em particular:

- A. Deslocamento para a porta de entrada dos motoristas. Para rececionar o motorista deslocando-se com ele para a mercadoria.
- B. Percursos percorridos no carregamento.
- C. Deslocamento do local de carga para a porta de entrada dos motoristas. Para acompanhamento do novo dos motorista para o local da sua mercadoria.

Para reduzir os movimentos expostos em cima, sugere-se que cada operador tenha sob a sua responsabilidade um conjunto de portas de carga sobre as quais será responsável pela carga e conferência das rotas de distribuição aí alocadas. Acrescenta-se ainda a permissão aos motoristas de se deslocarem pelas pistas de segurança até junto da mercadoria correspondente à sua rota de distribuição. A Tabela 6 mostra um exemplo de atribuição.

Tabela 6 - Atribuição de Portas por Operacional

Porta	Operacional
1, 2, 3, 4, 5	Operacional 1
6, 7, 8, 9, 10	Operacional 2
11, 12, 13, 14, 15	Operacional 3
16, 17, 18, 19, 20	Operacional 4
21, 22, 23, 24, 25, 26	Operacional 5

Com a potencialidade de utilização de 23 máquinas de transporte de paletes, e sendo os motoristas passíveis de obrigação contratual a carregarem os próprios carros (se estes tiverem formação de manuseamento de máquinas de armazém), pode alterar-se o recurso escasso de 7 operacionais a efetuar cargas em simultâneo para 23 máquinas de carga utilizadas por motoristas e operacionais.

Para implementação desta proposta são necessárias:

- Reuniões com chefia das operações internas e chefes de equipa, para explicação e levantamento de possíveis dificuldades;
- Apresentações da proposta de melhoria aos operacionais na reunião de início de turno.

No ANEXO B, Figura 37 - Plano de Implementação da sugestão 4, são apresentadas as ações necessárias de antecipação da implementação, assim como uma cronologia de acompanhamento por fase horária, de forma a prever dificuldades sentidas pelo chefe de equipa e operacionais.

Com a implementação desta sugestão prevê-se uma redução do tempo de espera para início de carga, por motorista, isto é, desde que este recebe o conjunto de OE's da rota de distribuição, até ser iniciada a carga do veículo.



É expectável que o tempo médio de carga possa aumentar, uma vez que a carga só é realizada por um motorista, que demora aproximadamente 40 minutos. O tempo de carga de referência para um operador é de 35 minutos, podendo descer até aos 20 minutos quando é ajudado por um motorista.

Os resultados da implementação desta sugestão, assim como a comparação com a situação atual, serão apresentados no ponto 4.8

#### 4.5 Tratamento de Reentregas

A proposta de melhoria sobre este tema pretende:

- Reduzir os desvios para o tempo médio de carga.
- Reduzir tempos de procura de paletes definidas como reentregas, no momento da conferência de carga.
- Reduzir o nº de reincidências de reentregas.
- Retirar o peso das reentregas no nível de serviço do cliente.

O modelo do processo sugerido encontra-se na Figura 17. A proposta assenta em melhorar a comunicação dos 3 departamentos, através de um documento partilhado. Os campos do documento são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Exemplos de campos a preencher no documento partilhado

Rota Distribuição Dia D	Motorista Dia D	Info. OE	Nº Pal / Nº Volumes	Info. NDR	Hora Chegada COL	Rota Distribuição Dia D+1	Hora Prevista de Carga
-------------------------	-----------------	----------	---------------------	-----------	------------------	---------------------------	------------------------

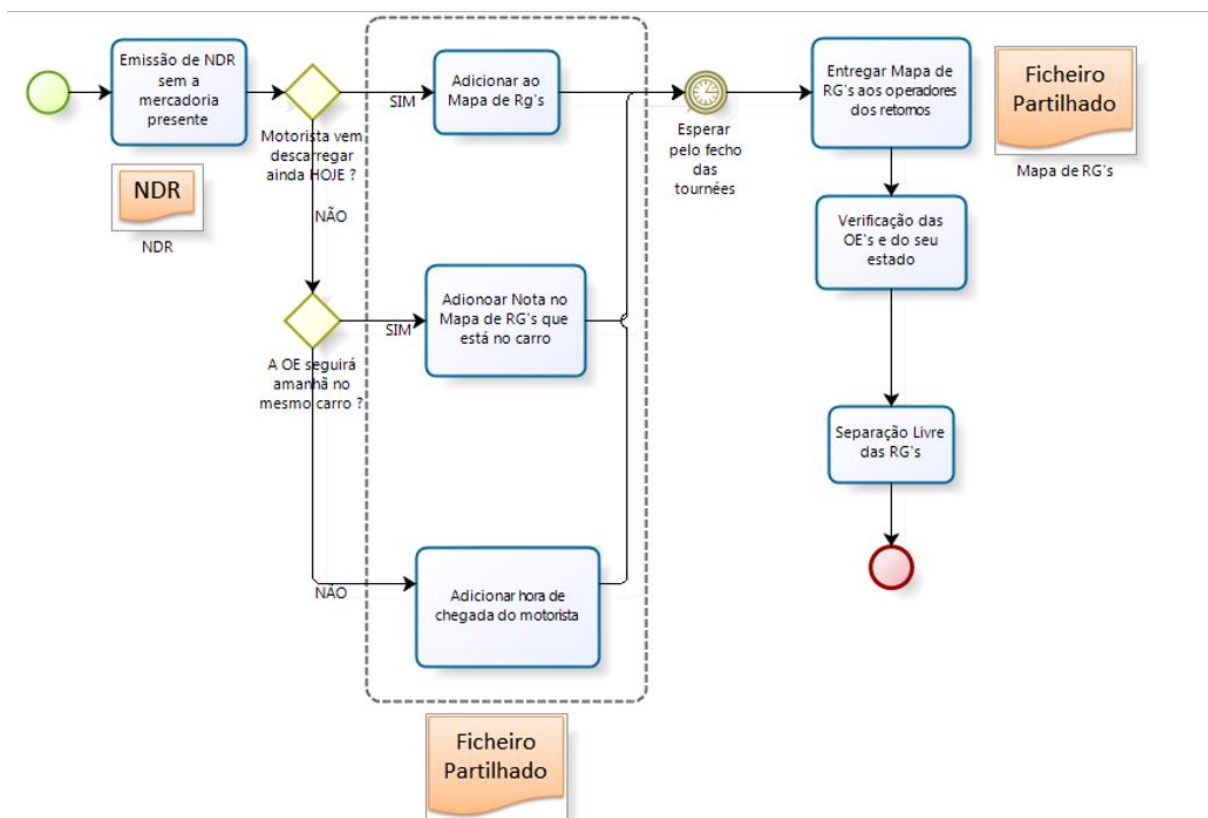


Figura 17 - Proposta de Mapa de Processo de RG's

Os pontos de partida serão:

- A mercadoria é definida como RG por assistente do SAC.

Quando o motorista introduzir no SID anomalia de descarga, e a mercadoria for definida pelo SAC para RG, este deverá adicionar os campos da guia ao documento partilhado.

- Operacionais dos retornos recebem a mercadoria e emitem a NDR.

De forma similar ao que já se verificava, a receção da mercadoria será efetuada pelo operacional dos Retornos. Contudo, a emissão de NDR só será feita após a receção e conferência do estado da mercadoria. Desta forma, é garantido que as OE's com NDR associado são aquelas que estão na realidade dentro do COL.

- RG planeada para o mesmo veículo.

O GT responsável pelo planeamento da RG deverá adicionar ao documento partilhado se esta se encontra planeada no mesmo veículo.

- O motorista avisa o assistente de tráfego que não pode deslocar-se ao COL.

O AT deverá colocar uma anotação, no campo respetivo do documento, que a mercadoria só chegará à hora prevista de carga desse motorista. Adicionar hora de chegada do motorista ao documento partilhado.

Como referido no novo modelo, existe um horário de fecho do documento partilhado, este horário é coincidente com o fecho do planeamento das rotas de distribuição para o dia seguinte, por norma, às 22:00. O Assistente de tráfego deverá entregar ao operador dos retornos o Mapa de RG's. O documento Mapa de RG's consiste na consolidação da informação, do documento partilhado, relevante para os operacionais do armazém:

- Listagem de rotas de distribuição com RG's.

Esta lista denomina as rotas de distribuição a que os operacionais deverão fazer conferência, assim que a mercadoria tiver pista de carga atribuída. A antecipação desta conferência poderá retirar o impacto de conferências que requerem mais tempo, devido a movimentações desnecessárias.

- Informação da mercadoria que não deu entrada no COL.

Pequena listagem da mercadoria que poderá dar entrada apenas depois das 05:00 (no dia seguinte, com a chegada do motorista algum tempo antes da sua hora prevista de carga), indicando ainda a que rota de distribuição pertence. Assim, o operacional que rececionar a mercadoria pode movimentá-la para a pista de carga correta, de imediato.

Com esta proposta, prevê-se reduzir o nº de segundas RG's, para menos de 10%. Esta previsão assenta na capacidade do novo processo conseguir indicar junto do SAC e dos GT se a mercadoria conseguirá chegar a tempo ao COL, a fim de ser preparada e carregada para ser distribuída no dia seguinte, ainda antes do planeamento fechar no dia anterior. Prevê-se ainda reduzir o número de incidências em que o tempo do motorista no COL será superior a 1:15.

É relevante salientar o efeito repercutivo desta situação, uma vez que se uma rota de distribuição que contenha uma RG não cumprir o horário previsto de carga, toda a mercadoria pertencente a esta rota estará automaticamente em risco de não cumprir janelas horárias de entrega. Se assim for, torna-se uma RG para o dia seguinte.

#### **4.6 Considerar CUT-OFF de horas de descarga de INTERCOL's**

Na atividade de *Cross-Docking* um dos fatores relevantes para o seu sucesso passa pela receção e preparação da mercadoria que dá chegada ao COL entre as 23:00 e as 05:00.

O processo atual obriga que qualquer INTERCOL, independentemente da hora de chegada, seja descarregado e que a sua mercadoria seja separada para as pistas de carga correspondente. Assim sendo, obriga rotas de distribuição a esperar que este processo seja terminado mesmo depois de ultrapassada a hora prevista de carga da rota de distribuição.

Uma proposta de melhoria neste processo poderá passar pela análise de qual será a capacidade de receção e separação para as pistas de carga de um INTERCOL. Isto é, para garantir que a separação para as pistas de carga de toda a mercadoria descarregada de um carro acontece, “Até que horas poderá chegar ao COL de Rechousa um INTERCOL?” A resposta a esta pergunta encontra-se na Tabela 8, na linha de hora limite. A recolha de dados foi feita ao longo do mês de agosto, setembro e novembro, sendo os dados relativos ao mês de outubro inexistentes.

A hora limite foi calculada da seguinte forma:

$$\text{Hora limite} = \text{hora objectivo}(05:00) - \text{duração média das descargas} \\ - (\text{tempo médio de movimentação} * \text{número médio de paletes})$$

Este valor mostra, assim, a hora limite de chegada de um INTERCOL, ajustada à realidade do COL de Rechousa. A chefia das OI exige que às 05:00, hora objetivo, todas as atividades de preparação estejam terminadas.

Tabela 8 - Receções de INTERCOL

	Ago.	Set.	Nov.
Nº receções de INTERCOL	205	246	246
<b>Hora Limite</b>	<b>03:51</b>	<b>03:46</b>	<b>03:47</b>
Receções depois da hora	45	81	58
% Receções depois da Hora limite	22%	25%	24%
Receções depois da Hora limite incapazes em a equipa foi incapaz de terminar até às 5:00	11	21	17
	5%	9%	7%

Na Tabela 8, apesar de existirem incidências percentuais de 22%, 25% e 24%, ao longo dos meses em análise, apenas 5%, 9% e 7% das receções de INTERCOL tiveram repercussões na hora de carregamento.

Para implementação desta proposta deverá ser analisado, com dados históricos, a relevância das horas de chegada tardias dos INTERCOL's, junto dos clientes de *stock* e TP's.

#### 4.7 Penalização e/ou Incentivos aos Motoristas/Transportadores no cumprimento de horários de chegada ao COL

Com a implementação da medição do atraso dos motoristas sugerido em 4.1.3, obteve-se os valores apresentados na Tabela 9. Nesta tabela está presente o número de motoristas que não cumpriu o horário (30 minutos prévios à sua hora prevista de carga) e a percentagem a que este valor corresponde face ao total de cargas planeadas para o dia. Elaborou-se uma revalidação destes valores com dados históricos, de dias aleatórios, durante o período de execução desta dissertação, presentes no ANEXO B, Tabela 25.

Tabela 9 - Atrasos dos Motoristas ao longo de duas semanas consecutivas de janeiro

Dia	2 <sup>a</sup> f	3 <sup>a</sup> f	4 <sup>a</sup> f	5 <sup>a</sup> f	6 <sup>a</sup> f	2 <sup>a</sup> f	3 <sup>a</sup> f	4 <sup>a</sup> f	5 <sup>a</sup> f	6 <sup>a</sup> f
Nº de motoristas	57	76	67	53	64	57	57	63	67	63
% total	69%	100%	98%	77%	98%	100%	56%	63%	74%	68%

Para cumprir o objetivo máximo diário de 10% de atrasos dos motoristas (objetivo indicado pela chefia do departamento de Distribuição, em função a 30 minutos antes ao horário previsto de carga) sugere-se que sejam tomadas, medidas simples, que não pretendem penalizar eventuais falhas, mas antes fomentar a disciplina. As abordagens propostas são as seguintes:

- Prémio Motorista/Transportador do Mês:
  - Entrega de um colete de segurança, com o símbolo do Grupo LS, com o título de “Motorista do Mês” na frente e costas do colete.
  - Colocação no quadro de informações para os motoristas de uma tabela com fotografias que sirva de histórico do prémio de motoristas do mês.

Numa fase inicial este prémio será medido através dos atrasos. O vencedor deste prémio poderá ainda ser considerado para receber um prémio monetário em cartão, válido de ser utilizado numa grande superfície de retalho.

Transpondo esta proposta para a perspetiva do destinatário final, este certamente apreciará receber um colaborador da LSLI com um colete indicando “motorista do mês”.

- Penalização Monetária

Deverá ser analisado contratualmente que tipo de penalizações poderão ser executadas. O único tipo de penalização já executada no Grupo LS é o valor de 5€ por atraso, por motorista, por dia caso o horário de chegada ao COL ultrapasse a hora prevista para o início da carga.

Sugere-se que esta penalização passe a ser aplicada na situação em que o motorista chegue ao COL com menos de 30 minutos antes do início do horário de carga. Com esta sugestão pretende-se responsabilizar os motoristas que chegam atrasados e cuja carga não ocorreu dentro da faixa horária prevista.

#### 4.8 Resultados Operacionais das propostas de melhoria

As tabelas apresentadas neste subcapítulo são resumos das tabelas presentes no ANEXO B, nas tabelas Tabela 20, Tabela 21, Tabela 22, Tabela 23 e Tabela 24.

Foram recolhidos dados a partir de medições já existentes, previamente às implementações propostas, com o intuito de estes serem o mais fiéis possível ao trabalho efetuado pelos operacionais. A semana 44 representa os valores de controlo: o estado em que se encontravam os processos sem introdução de qualquer proposta de melhoria. A partir da semana 48 foram implementadas as propostas 4.2 e 4.3. As propostas de melhoria 4.1 e 4.4 foram implementadas a partir da semana 51.

Antes de apresentar os resultados obtidos é relevante enquadrá-los com a realidade operacional sentida em cada uma das semanas em análise. Na Tabela 10 é exposta essa realidade: recursos disponíveis; número de paletes movimentadas; número de carregamentos; número de receções.

A Tabela 10 mostra de forma genérica, que o trabalho exigido aos operacionais nas semanas em comparação foi reduzindo (o nº de cargas e de paletes na operação reduziu). É expresso, nesta tabela que o nº de Horas Homem disponíveis foi reduzido ao longo do tempo. Esta redução deve-se à dispensa de um operacional do turno de entrada às 01:00 e do não pedido de reforço de operacionais que entrassem no turno das 06:00.

Tabela 10 - Realidade Operacional nas semanas em estudo

Semana	Recursos		Nº Paletes Movimentadas		INTERCOLs	Nº de Carregamentos	
	Horas Homem	Nº Equipamentos	#	Média por dia	#	#	Média por dia
44	36,5	23	7111	1422,2	66	406	81,2
48	33	23	6614	1322,8	74	374	74,8
51	29,5	23	6164	1232,8	74	354	70,8

#### 4.8.1 Resultados Operacionais

A Tabela 11 mostra os indicadores de duração das cargas e o tempo de espera do motorista. A tabela contém os tempos médios da semana do indicador e ainda a percentagem de evidências acumuladas por faixa horária.

Assim, como referido nas propostas de melhoria, era expectável que o tempo de espera para iniciar a carga de cada motorista fosse reduzido, e que o tempo de duração de cargas se tornasse ligeiramente maior. A Tabela 11 mostra exatamente isso, com pequenas mudanças percentuais relativas aos cumulativos de nº de cargas até 30 e 45 minutos de duração de carga, assim como o tempo de espera do motorista.

É relevante salientar que o tempo de espera do Motorista é medido desde a sua chegada ao COL (receção do das guias de transporte) até que este dá início à sua carga. Este tempo é o que o motorista deve dedicar à conferência da mercadoria e ao encostar do seu veículo no cais de carga.

A proposta em estudo não contempla uma redução significativa no intervalo de 30 minutos, uma vez que este intervalo é coincidente com o tempo de antecedência relativa ao horário de carga que é espectável que os motoristas cumpram. Contudo, seria pretendido que as melhorias implementadas estivessem refletidas no acumular dos intervalos de carga até 1:00 e até 1:15. Os resultados completos encontram-se no ANEXO B, na Tabela 20.

Tabela 11 – Frequência Acumulada de Duração da Carga e Tempo de Espera do Motorista

Semana	Duração das Cargas				Tempo de Espera da Motorista			
	Média	até 30m	até 45m	até 1h	Média	até 30m	até 1h	até 1:15
44	26:29	73,84%	<b>92,42%</b>	96,82%	01:06:49	26,16%	45,23%	65,28%
48	27:59	66,05%	<b>91,22%</b>	97,46%	01:00:06	40,65%	55,20%	67,67%
51	27:41	70,62%	<b>90,96%</b>	94,63%	01:01:16	35,88%	50,00%	69,49%

Como previsto, a duração do tempo médio de carga teve um incremento de 1 minuto, que na frequência acumulada se reflete uma diminuição de, sensivelmente, 2% por intervalo. No índice do tempo de espera dos motoristas, face ao estado inicial, são observáveis melhorias, contudo, não foi possível manter as melhorias na semana 51.

A chefia de OI encara como objetivo diário da operação de *Cross-Docking* completar todas as cargas programadas nas faixas horárias: 05:00, 05:30, 06:15, 07:00, 07:45, 08:30; e até às 09:15. Este objetivo pode ser avaliado pela análise da frequência acumulada, representada na Tabela 12.

As propostas pretendem que o nível de serviço de *On time* seja refletido durante a operação, isto é, que até às 09:00, última faixa horária crítica, 98% das cargas previstas tenham dado início à carga. Por consequente, seria esperado que as propostas contribuíssem para a obtenção de 98% das cargas a serem concluídas até às 09:30. A Tabela 12 mostra a evolução conseguida neste sentido.

Tabela 12 - Acumulativo de Início e Fim de Carga

Semana	Inícios de Carga			Fim de Carga		
	até 8:30	até 9:00	até 9:30	até 9:00	até 9:30	até 10:00
44	81,03%	<b>89,41%</b>	94,83%	81,53%	<b>89,16%</b>	96,31%
48	75,40%	<b>87,17%</b>	95,19%	78,07%	<b>88,24%</b>	93,85%
51	88,98%	<b>96,61%</b>	100,00%	90,96%	<b>96,89%</b>	99,44%

É importante ter uma visão global do decorrer da operação, para tal a distribuição acumulada do tempo total no COL dos motoristas é mostrado na Tabela 13.

Para análise desse indicador deve ter-se em conta o tempo máximo desejado, de 1:15, significando 30 minutos de conferência seguidos de 45 minutos de tempo de carga. Na tabela seguinte é possível perceber o impacto das implementações. Não foi possível, ainda, provar que as melhorias implementadas garantem o cumprimento de 1:15 contudo, o número de cargas acumuladas até 1:45 e 2:15 foi aumentando.

Tabela 13 - Acumulativo Tempo Total no COL

Semana	até 1:15	até 1:45	até 2:15	Média
44	<b>30,54%</b>	69,21%	90,15%	01:33:30
48	<b>34,76%</b>	65,51%	86,36%	01:35:38
51	<b>35,88%</b>	75,71%	94,63%	01:26:55

De forma a compreender um possível ganho médio por carga, são apresentadas, na Tabela 14 as diferenças para o estado inicial.

Tabela 14 - Tempo Total médio no COL

Semana	Tempo	Variação da semana 44	Diferença para 1:15 em minutos
44	01:33:30	-	+ 18,50 Minutos
48	01:35:38	+2%	+ 20,63 Minutos
51	01:26:55	-7%	+ 11,91 Minutos

Dos resultados apresentados, é possível afirmar que a média de tempo total de cada motorista diminuiu em  $\approx 12$ min, existindo, assim, uma tendência de aproximação ao tempo de 1:15.

Após obtenção destes resultados será oportuno analisar a influência que as reduções de recursos disponíveis e a quantidade de guias e cargas tiveram nos dados recolhidos.

As perguntas às quais se pretende respostas são:

- “A operação estará mais eficiente?”
- “As melhorias apresentadas são apenas reflexo de um menor número de cargas?”

Para avaliar a eficiência é necessário indicar um valor objetivo passível de ser comparado em cada uma das semanas. Foi utilizado o valor de Tempo Total Ideal de todas as cargas no COL:

$$N^{\circ} \text{ cargas do dia} * \text{tempo ideal}(1:15) = \text{Tempo total ideal}$$

Este valor será comparado com o valor do tempo total real de todas as cargas no COL:

$$N^{\circ} \text{ cargas do dia} * \text{tempo médio real} = \text{Tempo total real}$$

A comparação destes dois valores permite perceber a diferença que existe para um cenário ótimo desejado. A Tabela 15 apresenta a comparação do tempo total ideal e o real.

Tabela 15 - Desvio tempo ideal da operação

	# cargas por dia	tempo total ideal (1:15) [Horas]	tempo médio real [Horas]	tempo total real [Horas]	Excedido (%)
44	81,2	93,38	1,550	125,86	+34,78%
48	74,8	86,02	1,583	118,43	+37,68%
51	70,8	81,42	1,433	101,48	+24,64%

Através da observação dos valores da tabela em cima é perceptível que, em todas as semanas, o tempo total ideal foi excedido (tempo total real / tempo total ideal = %). Nas semanas a comparar foi sempre excedido o tempo ideal, sendo que na semana 51 este valor é o menor das semanas em comparação.

Os resultados analisados são demonstrativos que as propostas de melhoria trouxeram ganhos à operação de expedição. Para analisar a influência da redução de HH disponíveis para o desenrolar da operação é necessário fazer esta avaliação através do número de cargas por HH.

Para efetuar esta comparação é necessário transformar o nº de cargas do dia para o nº de cargas correspondente por HH disponível do dia.

$$\text{Cargas por HH ideal} = \frac{N^{\circ} \text{ cargas do dia}}{\text{HH Disponíveis} * \text{tempo ideal}}$$

$$\text{Cargas por HH real} = \frac{N^{\circ} \text{ cargas do dia}}{\text{HH Disponíveis} * \text{tempo real}}$$

Estas equações são aplicadas na Tabela 16. Na mesma tabela é perceptível, que apesar da redução de cargas por dia e de HH disponíveis, o índice de cargas por HH real teve um ligeiro crescimento. A eficiência calculada, na tabela, é relativa ao número real sobre o ideal. É notório que por HH houve um incremento de eficiência da semana 44 para a 51.

Tabela 16 - Influência das Horas Homem

	Horas Homem Disponíveis	Nº cargas por dia	Cargas por HH em tempo ideal	Cargas por HH em tempo real	Eficiência $\eta$
44	36,5	81,2	1,78	1,435	80,65%
48	33	74,8	1,81	1,432	78,96%
51	29,5	70,8	1,92	1,675	87,23%



Em suma, através das análises efetuadas neste subcapítulo crê-se que as propostas implementadas trouxeram ganhos em tempos necessários para a execução da operação. As normalizações introduzidas no processo servirão de ponto de partida para as próximas melhorias.

#### 4.8.2 Impacto no Nível de Serviço

A LSLI, como operador logístico, encontra-se orientado para o cliente e qualquer tipo de alteração nos seus processos deverá levar à equação do impacto que o cliente sentirá com a mudança. Seguindo a perspectiva de gestão de 80/20, foram medidos os níveis de serviço aos clientes que representassem mais de 80% do volume de distribuição do COL de Rechousa. Desta forma, poderemos avaliar se as propostas de melhoria foram sentidas no cliente. Infelizmente, o agrupamento de dados foi mensal, uma vez que o índice utilizado na empresa depende muito do período de faturação do cliente. A relevância do intervalo mensal torna-se ainda mais evidente quando a distribuição dos produtos do cliente sofre bastante com sazonalidade dentro do próprio mês (e.g., clientes de Eletrodomésticos e Tecnologia) tipicamente necessitam de uma distribuição muito acentuada na altura do “fim do mês”.

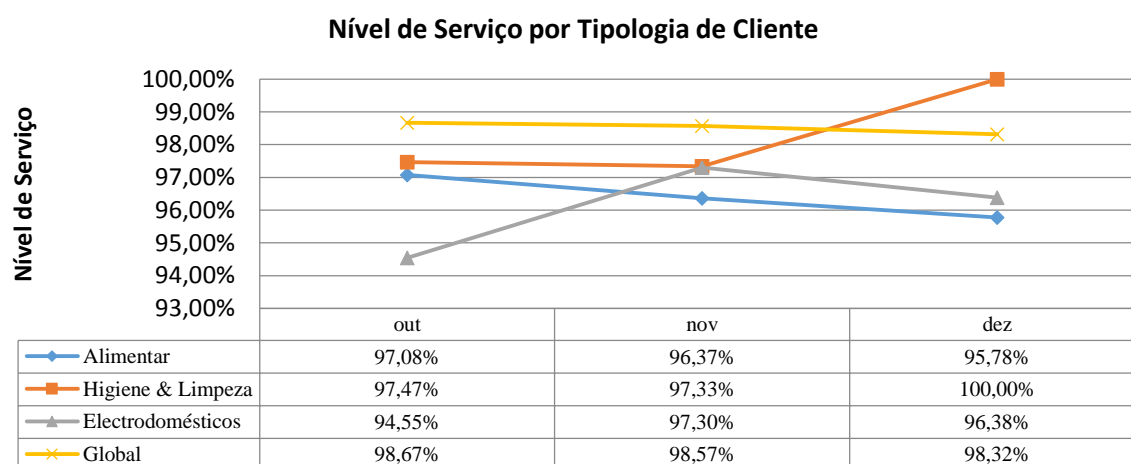


Figura 18 - Nível de Serviço nos meses de outubro, novembro, dezembro por tipologia de cliente

Na Figura 18 são apresentados os níveis de serviço por tipologia de cliente, assim como o Nível de Serviço do COL de Rechousa. O Nível de serviço total é ponderado pelo número de guias de cada tipologia. É de salientar que em nenhum dos meses em análise o nível de serviço global é inferior ao desejado: 98%.

A diferença no nível de serviço Global de outubro para dezembro é de 0.35%, num universo de 9675 guias, o que equivale a sensivelmente 34 guias. Este valor é, frequentemente, o número de guias transportado por veículo de distribuição. Um exemplo do que poderia ter sido o motivo desta diferença é a avaria de um veículo responsável por 34 guias durante um dia, levando a que, por esse motivo, a mercadoria referente a essas guias não tenha sido entregue.

Poder-se-á afirmar que as propostas de melhoria poderão ter um impacto reduzido no nível de serviço global e específico. Contudo, o nível de serviço mantém-se dentro do contratado com o cliente.



## 5. Desenvolvimento de Modelos de Otimização

Os resultados apresentados nos subcapítulos 5.3 e 5.6 foram obtidos através de aplicação do *OpenSolver*, *software open-source* com capacidade de otimizar modelos de programação linear com números de variáveis e restrições que o *add-in solver* incluído no *Excel* não é capaz de suportar.

### 5.1 Modelo aplicado à otimização de movimentos na atividade de Preparação

O processo de alocação de rotas de distribuição (conjunto de paletes) por pista de carga é atualmente executado de forma insuficientemente normalizada. O conjunto de regras utilizadas são organizacionais, com uma orientação simplificada e de definição empírica que poderá trazer menos incerteza no período mais crítico de carga. As decisões baseiam-se nos seguintes princípios:

- Rotas de distribuição com número de paletes  $\leq 15$       Alocar nas pistas {44,...,67}
- Rotas de distribuição de paletes  $\geq 15$                       Alocar nas pistas {1, ..., 43}
- Na mesma pista não podem ficar rotas de distribuição com a mesma faixa horária.

Para que os operacionais consigam cumprir com o conjunto de regras mencionadas, é necessário que o Chefe de Equipa do turno responsável pelo início da preparação das cargas tenha de introduzir manualmente a informação de Hora Prevista de Carga e Total de Paletes (para cada uma das rotas de distribuição) no sistema SPROD, para que os operacionais, através dos TRF, consigam obter essa informação.

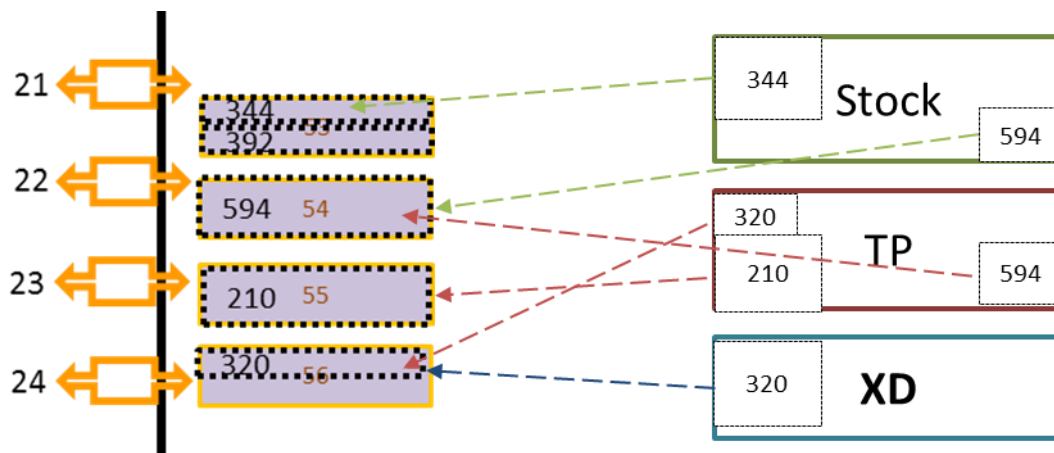


Figura 19 - Exemplo de alocação de rota de distribuição pelas pistas de expedição

A Figura 19 mostra uma representação de uma secção do COL. São visíveis à esquerda rotas de distribuição colocadas nas pistas de expedição, e à direita a proveniência das paletes com os três tipos de origem (*Stock*: zona de estantaria; *TP*: zona de receção dos TP's; *XD*: zona de descarga do *Cross-Docking*).

No exemplo apresentado (representativo da situação atual), o operacional de armazém, dirige-se a uma das zonas de origem das paletes e, após a leitura por TRF, verifica que determinada paleta pertence à rota de distribuição 320 e que esta rota tem um total de 12 paletes. Conhecendo os princípios em cima apresentados, desloca-se até à zona das pistas 44 à 67, percebe que a pista 56 se encontra vazia e coloca nessa pista a respetiva paleta. Termina a ação introduzindo com o seu TRF o código “56E P24” no campo da localização da UT.

No caso do operacional não encontrar nenhuma pista vazia, este verificaria com o TRF a hora prevista de carga das paletes já colocadas numa determinada pista. Se esta hora não coincidir

com a hora prevista de carga da mercadoria existente na pista, então poderá colocá-la nessa pista. Como é demonstrado na Figura 19, as rotas de distribuição 344 e 392 dividem a mesma pista contudo, a hora prevista de carga de ambas as rotas de distribuição não é coincidente. Este exemplo demonstra o nível de arbitrariedade a que o processo está sujeito.

Pretende-se com o desenvolvimento deste modelo considerar restrições de seleção de pistas de carregamento, para rotas de distribuição, que se relacionem: a capacidade física das pistas; horários de carga; regra de na mesma pista não poderem existir duas rotas de distribuição para a mesma faixa horária.

O modelo foi concebido para o planeamento da preparação das rotas de distribuição no horário mais crítico. As rotas consideradas como segundas voltas não deverão ser planeadas através deste modelo. A tarefa de preparação é executada na íntegra em horários prévios aos horários de carga, isto é, após uma carga de uma rota de distribuição, o espaço que esta ocupa não será ocupado por mercadoria de outra rota de distribuição até que todas as cargas consideradas no modelo estejam concluídas. Esta é a realidade que foi encontrada na LSLI e crê-se ser uma regra a cumprir no futuro por conferir mais estabilidade operacional.

O objetivo do modelo é minimizar o tempo total de preparação (tempo de movimentação do ponto de origem da paleta para a pista de carregamento) das rotas de distribuição.

## 5.2 Formulação Matemática do Modelo de Preparação

Segue a formulação do modelo que pretende minimizar os tempos de movimentação na atividade de preparação das rotas de distribuição pelas pistas de carregamento.

### Índices:

- c Rota de distribuição:  $c = 1, \dots, C$
- p Pista de carregamento:  $p = 1, \dots, P$
- t Ponto de origem das paletes:  $t = 1, \dots, T$
- h Faixa horária :  $h = 1, \dots, H$

### Variáveis:

$$L_{cph} \begin{cases} 1, & \text{se a rota de distribuição } c \text{ é alocada na pista } p \text{ na faixa horária } h \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases}$$

### Parâmetros:

$CP_p$ : Capacidade, em número de paletes, das pistas de separação.

$Q_{ct}$ : Quantidade de paletes da rota de distribuição  $c$  do ponto de origem  $t$  a movimentar.

$T_{tp}$ : Tempo de deslocação do ponto de origem  $t$  para a pista de carregamento  $p$ .

$D_{ch}$ : A rota de distribuição  $c$  pode ser planeada para carga nas faixas horárias  $h$ .

$M^*$ : Número de grande dimensão.

### Função

#### Objetivo:

$$\text{Min} \sum_{c=1}^C \sum_{h=1}^H \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T L_{cph} * T_{tp} * Q_{ct}$$

#### Sujeito a:

$$\sum_{c=1}^C \sum_{h=1}^H \sum_{t=1}^T L_{cph} * Q_{ct} \leq CP_p \quad \forall p, p = 1, \dots, P$$

Eq. 5.2.1

$$\sum_{p=1}^P \sum_{h=1}^H L_{cph} \leq 1 \quad \forall c, c = 1, \dots, C \quad \text{Eq. 5.2.2}$$

$$L_{cph} \leq M^* * D_{ch} \quad \forall c, h \quad \text{Eq. 5.2.3}$$

$$\sum_{c=1}^C L_{cph} \leq 1 \quad \forall p, h \quad \text{Eq. 5.2.4}$$

Os valores da variável  $L_{cph}$  e  $D_{ch}$  são binários. Os parâmetros  $CP_p$ ,  $CT_p$ ,  $Q_{ct}$  e  $M^*$ , contém apenas valores positivos inteiros. O parâmetro  $T_{tp}$  tem valores positivos racionais.

A função objetivo representa a soma de todos tempos necessários para executar a movimentação das UTs de cada uma das rotas de distribuição para a pista designada.

Na Eq. 5.2.1 certifica-se que o modelo cumpre as capacidades físicas das pistas de carregamento. Que as quantidades das rotas de distribuição alocadas a cada pista não excedem as dimensões da mesma.

A Eq. 5.2.2 garante que uma rota de distribuição não pode ser atribuída a mais do que uma pista em todos os momentos temporais.

A Eq. 5.2.3 obriga a que a rota de distribuição tem de ser alocada na faixa horária planeada em  $D_{ch}$ .

Por último, a restrição de Eq. 5.2.4 garante que na mesma pista por faixa horária apenas será alocada uma rota de distribuição, isto é, pretende-se evitar a confusão gerada por duas máquinas a movimentarem paletes na mesma pista no mesmo horário.

Esta proposta de modelo julga-se capaz de acomodar restrições específicas de outros processos decorridos no COL, que influenciem as capacidades das pistas e a sua disponibilidade (e.g., portas de carga avariadas; e mercadoria colocada em pista de uma carga, planeada para períodos anteriores aos horários críticos de carga, que não possa ser movimentada).

Estas restrições são do tipo:

Porta de carga junto das pistas de carregamento, 1, 2 e 3, encontra-se avariada.

$$L_{c1h} = L_{c2h} = L_{c3h} = 0 \quad \forall c, h$$

### 5.3 Análise de Resultados do Modelo de Nivelamento

De forma a testar o modelo foi concebida a seguinte instância **A**:

$$c \in \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

$$p \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$h \in \{1, 2, 3\}$$

$$t \in \{1, 2, 3\}$$

$$CT_{1,2,3,4,5} = 2$$

$$CP_{1,5} = 35 \quad CP_2 = 30 \quad CP_3 = 26 \quad CP_4 = 22$$

$$T_p \in R$$

$$M^* = 999$$

$$D_{ch} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

A ambição desta dissertação seria obter resultados com o modelo previamente apresentado, para instâncias o mais aproximadas à realidade possível. Contudo, a única versão conseguida de implementar, no *software*, do modelo apresentado é uma tal que não é considerado o índice relativo às faixas horárias e a restrição dependente. Esta versão do modelo apenas requer da remoção do índice  $h$  e da eliminação do parâmetro  $D_{ch}$ . Tratando-se assim de um problema mais simples de somatório de percurso mais curto, cuja implementação no *software* para instâncias de dimensões reais já foi conseguida.

É pertinente considerar que no modelo mais restritivo (no qual são consideradas as restrições das faixas horárias), o espaço de soluções poderá ser significativamente reduzido comparativamente ao modelo mais abrangente. Com receio que esta simplificação fosse significativa e representativa de uma realidade diferente, foram computados conjuntos de experiências (variações no parâmetro  $Q_{ct}$ ) utilizando a instância **A** nos dois modelos diferentes.

Os valores das experiências encontram-se na Tabela 17, no acumular destas experiências calculou-se a diferença do modelo mais restritivo para o mais livre, sendo que esta foi sempre inferior a 0.9%, com a média de 0.185% para um total de 10 experiências. Considera-se que mesmo transpondo para instâncias com magnitudes sensivelmente 10x superiores, não se espera que a diferença seja superior a 2,5%.

Tabela 17 - Comparação de modelo restritivo e abrangente de nivelamento

	Ex.1	Ex.2	Ex.3	Ex.4	Ex.5	Ex.6	Ex.7	Ex.8	Ex.9	Ex.10
<b>Qct médio</b>	12,8	11,2	15,3	18	20,1	17,9	18,8	19,3	21	18
<b>Qct total</b>	128	112	107	126	141	125,00	130	135	147	126
<b>Modelo restritivo</b>	4493,7	3619,9	3591,9	4240,3	4913,1	4316,8	4526,1	4377,2	4659,6	4056,1
<b>Modelo Abrangente</b>	4475,31	3616,04	3590,85	4226,71	4913,06	4315,69	4525,55	4376,16	4619,56	4053,69
<b>Diferença</b>	0,41%	0,11%	0,03%	0,32%	0,00%	0,03%	0,01%	0,02%	0,86%	0,06%

Esta pequena comparação permite afirmar que com a aplicação do modelo mais abrangente, para instâncias de parâmetros com valores mais próximos da realidade, não se perde a sensibilidade da análise.

Em seguida, mostram-se os resultados obtidos pelo modelo acima formulado sem considerar diferentes faixas horárias (primeiro modelo desenvolvido na dissertação) para situações reais da empresa:

Nº de Pistas disponíveis = 67;

Parâmetro  $T_{tp}$  com medições reais;

$CT_p = 2 \quad \forall p$ ;

$CP_{1,...,42} \leq 30$ ,  $CT_{44,...,50,59} \leq 26$ ,  $CT_{51,...,58,60,...,67} \leq 34$

Para testar a robustez do modelo foi considerado que para a mesma instância deveriam ser executadas experiências com variações nos parâmetros  $Q_{ct}$  e o n° de rotas de distribuição C. Na Tabela 18 é apresentado um resumo das experiências mais interessantes para a análise. A unidade de tempo usada foi o segundo.

O tempo médio de comparação para o modelo atual é de 37,37 segundos, este tempo é a média dos tempos de separação para todas as pistas de carga dos três pontos de origem das paletes. Este foi o valor considerado como “justo” para representação do método atual. Os operacionais sempre que encontram uma pista vazia tentam colocar nesse local a paleta que estão a movimentar. Ou seja, tentam reduzir o percurso que fazem na alocação da primeira paleta em cada pista, não garantindo desta forma, a redução dos tempos de movimentação totais de preparação.

Tabela 18 - Comparação de resultados modelo nivelamento com situação atual

	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 6	Exp. 7
N° Paletes	<b>1755</b>	<b>1615</b>	<b>1773</b>	<b>2018</b>	<b>1879</b>	<b>2032</b>
N° rotas	<b>65</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>90</b>
N° médio paletes/rota	27,0	21,5	22,2	25,2	22,0	22,6
Tempo médio atual	37,4	37,4	37,4	37,37	37,37	37,37
Tempo total atual	65637,0	60401,0	66310,2	75473,2	70274,6	75996,8
Tempo total otimizado	46055,0	40941,9	47901,8	58228,2	50795,6	54429,3
Ganhos	<b>29,8%</b>	<b>32,2%</b>	<b>27,8%</b>	<b>22,8%</b>	<b>27,7%</b>	<b>28,4%</b>

Os valores obtidos na computação do tempo total otimizado mostram-se bastante promissores, mesmo que se reduza os ganhos em 2,5%, como considerado para a diferença entre o modelo restritivo e o mais simplificado.

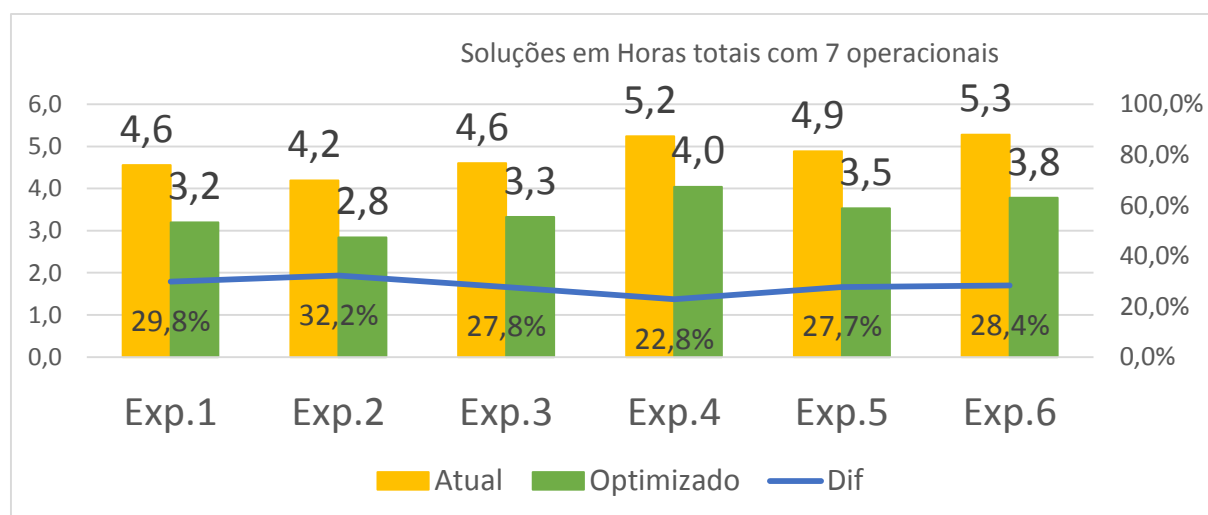


Figura 20 - Soluções em Horas de Trabalho com 7 operacionais

A Figura 20 mostra a relação entre a situação atual e o resultado do modelo otimizado com 7 operacionais a realizar toda a atividade. A correlação entre a situação atual e o modelo otimizado é visível, o que demonstra que a comparação é possível.

No ANEXO C a Figura 41 mostra o número de recursos humanos usados para que a tarefa de preparação das rotas de distribuição dure 5 horas (das 23:00 até às 04:00). Caso estes valores sejam confirmados, através da implementação, podem significar a redução de um operacional nesta atividade.

#### 5.4 Modelo aplicado à otimização de movimentos na atividade de Receção

Quando um veículo chega para descarga o Chefe de Equipa é deparado com a decisão de escolha da pista em que o veículo será descarregado. Atualmente, o processo de decisão é baseado no conhecimento e experiência que o chefe de equipa tem do estado atual do armazém nomeadamente o conhecimento das pistas que tem disponíveis para descarga. Após a escolha da pista onde irá efetuar a descarga, tenta indicar à portaria a porta de cais mais indicada para que o veículo encoste. Relembra-se assim o processo mapeado no ANEXO A, na Figura 23.

Existe falta de informação para que a decisão tomada pelo chefe de equipa seja a mais correta, nomeadamente, por não conhecer o conteúdo na íntegra do veículo de descarga. Em alguns casos muito específicos, o chefe de equipa poderá ter conhecimento a que cliente pertence a mercadoria, mas não sabe quais são as rotas de distribuição respetivas sem antes ler cada uma das etiquetas de UT com o TRF.

Pretende-se, assim, criar uma ferramenta de apoio à decisão tomada pelo chefe de equipa. Para criar as bases desta ferramenta foi desenvolvido um modelo que fosse capaz de otimizar a escolha da pista de descarga disponível.

Tomando como exemplo a Figura 21, a escolha da pista 54 para descarga do veículo 1001, será a ótima, mesmo com a pista 56 igualmente disponível. Esta otimização é perceptível quando são contabilizados os movimentos efetuados pelas UTs. Neste exemplo, o tempo de movimentação é menor quando a pista escolhida é a 54 do que seria caso a descarga tivesse ocorrido na pista 56. Isto acontece, uma vez que a distância percorrida (pista imediatamente ao lado para todas as UTs) também é menor.

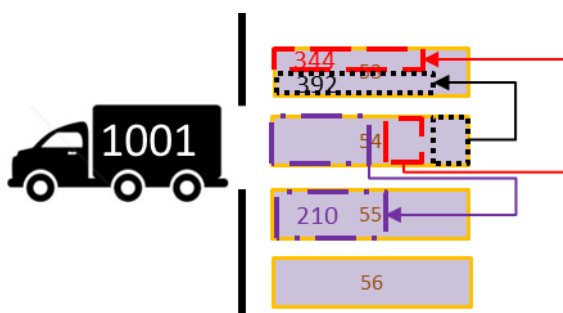


Figura 21 - Exemplo de descarga de um carro e respetiva movimentação das Uts

Este tipo de ocorrências não é de todo incomum, contudo, pretende-se com o desenvolvimento do modelo, que se tornem consistentes e que tenham em consideração características do problema, como as faixas horárias de chegada de cada veículo de descarga, otimizando os movimentos necessários para todas as descargas dentro do mesmo horário e não apenas de cada uma delas de forma singular.

É ainda considerado que a pista de descarga tem uma capacidade infinita, isto é, tudo o que está no carro de descarga é descarregado para a pista. Isto deve-se a que quando um operacional está a descarregar, tem sempre ajuda de um ou mais operacionais que fazem a movimentação da mercadoria. Os operacionais ao efetuar a movimentação de forma imediata permitem que o operacional de descarga disponha de uma pista continuamente “vazia”.

Na conceção do modelo é definido que o carro de descarga começando a ser descarregado, termina a descarga ainda dentro do mesmo período, isto é, o carro de descarga não ocupa a mesma pista durante dois períodos seguidos.

### 5.5 Formulação Matemática do Modelo de Receção

Segue a formulação do modelo que pretende minimizar os tempos de movimentação das paletes descarregadas para as suas correspondentes pistas de carga.

#### Índices:

- i Carro de Descarga:  $i = 1, \dots, I$
- p Pista de Descarga:  $p = 1, \dots, P$
- h Faixa horária :  $h = 1, \dots, H$
- c rota de distribuição:  $c = 1, \dots, C$

#### Variáveis:

$$L_{ihp} \begin{cases} 1, \text{ se o carro } i \text{ descarrega na pista } p \text{ na faixa horária } h \\ 0, \text{ caso contrário} \end{cases}$$

#### Parâmetros:

$D_{ih}$ : Previsão de faixa horária  $h$  de descarga do carro  $i \in \{0;1\}$ .

$T_{cp}$ : Tempo de deslocação da paleta da pista de descarga  $c$  para a rota de distribuição  $c$ .

$M^*$ : número de grande dimensão.

$Q_{ic}$ : Número de paletes em cada carro  $i$  pertencente a cada rota de distribuição  $c$ .

#### Função

#### Objetivo:

$$\text{Min} \sum_{h=1}^H \sum_{p=1}^P \sum_{i=1}^I \sum_{c=1}^C L_{ihp} * T_{cp} * Q_{ic}$$

#### Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^I L_{ihp} \leq 1 \quad \forall p, h \quad \text{Eq. 5.5.1}$$

$$\sum_{h=1}^H \sum_{p=1}^P L_{ihp} \leq 1 \quad \forall i, i = 1, \dots, I \quad \text{Eq. 5.5.2}$$

$$L_{cph} \leq M^* * D_{ih} \quad \forall i, h \quad \text{Eq. 5.5.3}$$

$$\sum_{p=1}^P L_{ihp} \leq 1 \quad \forall i, h \quad \text{Eq. 5.5.4}$$

Os valores da variável  $L_{iph}$  e  $D_{ih}$  são binários. Os parâmetros,  $Q_{pc}$  e  $M^*$ , contém apenas valores positivos inteiros. O parâmetro  $T_{cp}$  tem valores positivos racionais.

A função objetivo soma todos os movimentos efetuados das paletes, descarregadas de cada carro de descarga  $i$  nas pistas de descarga  $p$ , para a rota de distribuição  $c$ .

A Eq. 5.5.1 restringe que uma pista de descarga só pode ter no máximo um carro alocado em qualquer faixa horária.

Na Eq. 5.5.2 certifica-se que um carro só descarrega numa única pista.

A Eq. 5.5.3 garante que o parâmetro  $D_{ih}$  é cumprido, isto é, um carro descarrega na faixa horária prevista ou na seguinte se lhe for possível.

Por fim a Eq. 5.5.4, garante que o carro  $i$  na faixa horária  $h$  apenas tem uma pista atribuída.

## 5.6 Análise de Resultados do Modelo de Receção

O modelo apresentado foi testado com a seguinte instância **B**:

$$i \in \{1, \dots, 17\}$$

$$p \in \{1, \dots, 6\}$$

$$h \in \{1, 2, 3, 4\} \Leftrightarrow \{\text{até às 00:00 ; 00:01 às 01:59 ; 2:00 às 3:59; 4:00 +}\}$$

$$i=1,2,3,4 : D_{ih} = \{1,0,0,0\}$$

$$i=5,6,7,8 : D_{ih} = \{0,1,0,0\}$$

$$i=9,10,11 : D_{ih} = \{0,0,1,0\}$$

$$i=12,13,14,15,16,17 : D_{ih} = \{0,0,0,1\}$$

$$T_{cp} = \begin{bmatrix} 8.34 & \dots & 89.58 \\ 0 & \dots & 0 \\ 89.58 & \dots & 8.34 \end{bmatrix} [s] \in R$$

*As pistas indicadas para descarga foram  $P = \{10, 18, 28, 38, 44, 59\}$*

Para testar a robustez do modelo foi considerado que para a mesma instância, deveriam ser executadas experiências com variações nos parâmetros de nº de carros de descarga  $I$ . Na Tabela 19 é apresentado um resumo das experiências mais interessantes para a análise. A unidade de tempo usada foi o segundo.

O tempo médio de comparação para o modelo atual é de 40.2 segundos. Este tempo de movimentação é o considerado necessário a partir das pistas de descarga.

Tabela 19 - Comparação de resultados do modelo de descargas com situação atual

	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	Exp. 5	Exp. 6
Nº total Paletes	<b>180</b>	<b>345</b>	<b>521</b>	<b>560</b>	<b>554</b>	<b>1232</b>
Nº descargas	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>17</b>
Nº médio pal./carro desc.	18,0	34,5	30,7	43,1	36,9	72,5
tempo médio comparação	40,2	40,2	40,2	40,2	41,2	40,2
Tempo Total Atual	7234,2	13865,6	20939,2	22506,4	22819,3	49514,1
Tempo Total Otimizado	5462,3	10034,9	15436,7	16062,7	16063,7	35991,8
Ganhos	<b>24,5%</b>	<b>27,6%</b>	<b>26,3%</b>	<b>28,6%</b>	<b>29,6%</b>	<b>27,3%</b>



Os valores obtidos na computação do tempo total otimizado mostram-se bastante promissores equivalendo a reduções de tempo entre os 25% e os 30%.

A Figura 22 mostra a consistência das possíveis melhorias em várias experiências consideradas, transformando os valores em horas de trabalho totais.

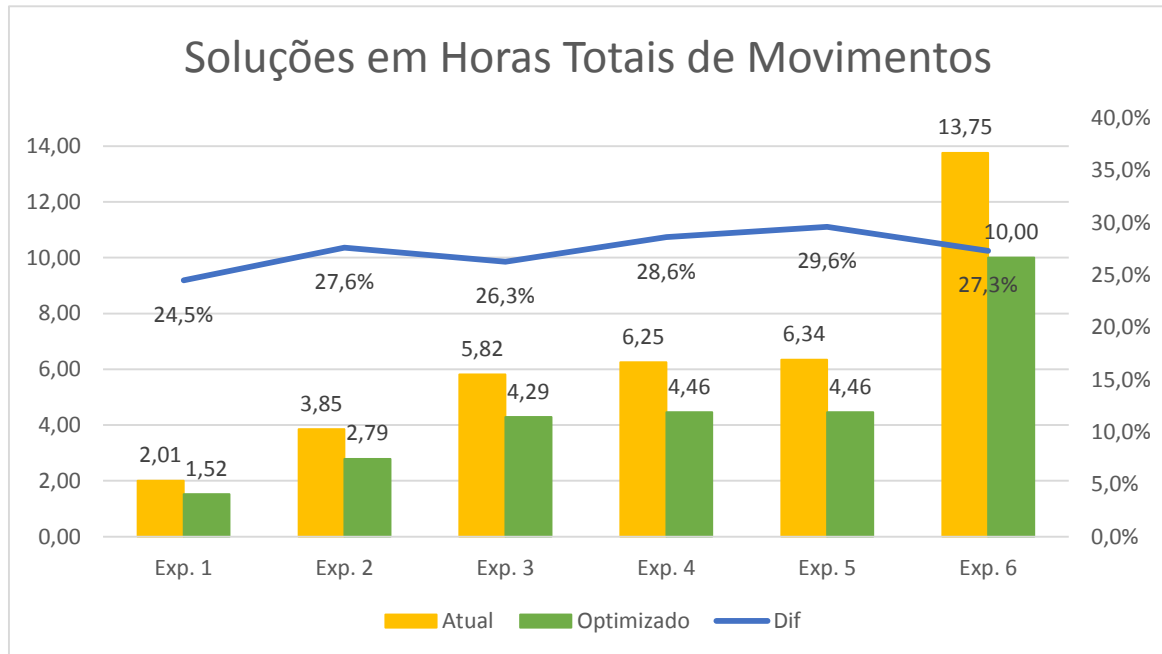


Figura 22 - Soluções em Horas totais de Movimentos

A variação dos ganhos, nas diferentes experiências testadas, mostra que o modelo se apresenta muito restritivo com a fixação das 6 pistas designadas para descargas na instância considerada. Seria pertinente simular outras instâncias com variação apenas nas portas descarga disponíveis. Contudo, foi pertinente analisar valores obtidos para a situação mais comum no COL de Rechousa. As pistas designadas como disponíveis na instância correspondem às mais utilizadas pelos chefes de equipa.

Na situação da utilização do modelo anterior (nivelamento) como primeiro passo de análise para a operação, é importante relembrar que este define as “pistas vazias”, pistas que não têm nenhuma alocação de rota de distribuição, estando assim disponíveis para receber descargas.

## 5.7 Dificuldades de implementação dos modelos

Apesar dos modelos se mostrarem bastante promissores, é necessário expor as dificuldades esperadas na implementação dos mesmos. A obtenção dos dados dos parâmetros é uma delas, nomeadamente,  $D_{ch}$  e  $Q_{ct}$  do primeiro modelo.

Os parâmetros do modelo encontram-se estruturados de forma a satisfazer a sua formulação matemática do modelo, assim como a transposição para o modelo de testes em *Excel*. A obtenção de dados a partir dos sistemas usados pela LSLI, e a sua posterior transformação na folha de cálculo onde o modelo de testes foi executado, envolve a criação e *queries* nos sistemas de informação e criação de *macros* em *excel* para transferir e transformar os dados.

## 5.8 Sugestões de Melhorias futuras aos modelos

Os modelos apresentados estão sujeitos a melhorias que se enquadrem com a realidade da empresa, e algumas destas passam apenas por adicionar outras restrições. São exemplos as seguintes:

- Capacidade de máquinas de movimentação, em que deveria ser adicionado ao modelo o tempo de “retorno” ao ponto de origem, para efetuar novo movimento.
- A tipologia de máquina a usar na movimentação. As tipologias variam pela capacidade de transporte de 1, 2 ou 3 paletes em simultâneo. Nos modelos atuais, foi considerado que só seriam usadas máquinas de transporte de 1 paleta.

Para os modelos desenvolvidos, é notório que com uma abordagem através de heurísticas, os dois modelos poderão ser resolvidos em simultâneo, uma vez que após a execução do modelo de nivelamento, este servirá para iterar o modelo das descargas. Das heurísticas revistas, é sugerida a heurística *Iterated Local Search*, em que as variáveis de decisão são a seleção das pistas a utilizar para carga ou para descarga. Esta abordagem ajudará também a satisfazer a necessidade de o modelo ter que suportar uma instância de parâmetros diferentes, todos os dias (nº de cargas, quantidades de paletes dos pontos de origem, quantidades recebidas de *Cross-Docking*).

Devido a restrições existentes atualmente nos sistemas de informação da LSLI a implementação de uma ferramenta deste género deve ser realizada por especialistas, através de um desenvolvimento de uma plataforma própria, uma vez que não existe nenhuma maneira simples de integrar a ferramenta nos atuais sistemas.

## 6. Conclusões e sugestões de Trabalhos futuros

### 6.1 Conclusões da dissertação

No decorrer desta dissertação em ambiente empresarial, foi possível conhecer com muito detalhe o funcionamento interno de um grande *player* ibérico das áreas de negócio de Logística e Transportes. A enorme competitividade presente neste mercado torna relevante a eliminação de qualquer atividade que seja de valor não-acrescentado. Recorrendo a algumas metodologias de análises apresentadas neste documento, as empresas são capazes de identificar os seus principais desperdícios na cadeia de valor. Após esta identificação é necessária uma reformulação do processo de forma a reduzir os desperdícios identificados.

Esta dissertação propôs-se a introduzir melhorias aos processos de *Cross-Docking*, assim como abordar duas tarefas para otimização.

O primeiro objetivo incluiu a criação de indicadores específicos do processo, formação dos operacionais para a metodologia *Lean* e ainda algumas reestruturações de processos que servem como *input* para as atividades dentro do armazém (e.g., Tratamento de Reentregas, Normalização das horas de carga e melhoria das sinergias interdepartamentais).

Algumas propostas de melhoria já se encontram implementadas na empresa, e as restantes já têm prazos de implementação estabelecidos. Os resultados operacionais, obtidos através das propostas, fazem crer que estas foram um primeiro passo promissor, mas carecem de um acompanhamento constante.

Na vertente de otimização, foram concebidos dois modelos capazes de responder a duas perguntas relevantes na atividade de *Cross-Docking* dentro do COL de Rechousa:

- “Qual é a alocação da rota da distribuição por pistas de carga, que traz menos tempo de movimentação aos operacionais?”

- “Qual é a pista de descarga, que traz menos tempo de movimentação da mercadoria para as respetivas pistas de carga?”

Os modelos foram concebidos para satisfazer as necessidades não só do COL em que a dissertação esteve enquadrada, mas também qualquer um dos outros pertencentes ao Grupo LS. Os modelos foram testados em *software Opensolver*, *open-source* para *Excel*, os resultados obtidos são promissores, justificando, assim, a intenção de implementação dos modelos numa ferramenta de trabalho para ser executada pelos chefes de equipa. Contudo, a solução final desta ferramenta não deverá ser integralmente igual à apresentada. Sugere-se que sejam executados períodos de testes extensos *in loco*, de forma a validar a ferramenta final.

Em suma, a dissertação contribuiu para o aumento da eficiência do COL de Rechousa da LSLI, que teve oportunidade de incorporar visões novas e sugestões de melhoria nos seus processos. O futuro da atividade de *Cross-Docking*, na LSLI, será mais normalizado e continuamente melhorado às necessidades dos seus clientes.

### 6.2 Sugestões de trabalhos futuros

Neste subcapítulo são propostos trabalhos futuros relevantes para os temas desenvolvidos nesta dissertação. São sugeridos ainda trabalhos futuros de possíveis temas de dissertação na área de Engenharia Industrial e Gestão.

#### 6.2.1 *Software* de planeamento da ordem da rota de distribuição

O conjunto de destinatários a cumprir é definido pelos Gestores de Tráfego que fazem o agrupamento das guias com base no código postal. Contudo, a ordem de entrega é definida pelos motoristas com critérios empíricos, e conhecendo algumas das janelas horárias de entrega.

Este passo está longe de ser eficiente e é passível de ser otimizado, uma vez que todos os pontos necessários a percorrer são conhecidos. Este tema será bastante interessante para o Grupo LS devido às possíveis reduções de percurso efetuado pelo veículo e melhor cumprimento de janelas horárias de entrega.

#### **6.2.2 Levantamento e otimização de Cubicagem**

O número de SKU's que passam pelo COL de Rechousa é da ordem dos 15 000 por ano. Os clientes da LSLI introduzem nos sistemas de informação as dimensões dos seus produtos. Contudo o seu método de compactação/paletização para armazenagem é muito volátil. Assim sendo, um estudo realizado sobre as cubicagens e o dimensionamento das unidades de transporte poderia ser bastante proveitoso para o avanço do conhecimento no Grupo LS.

#### **6.2.3 Rentabilidade dos Indicadores de Transportadores/Motoristas**

O departamento de Distribuição do COL de Rechousa encontra-se pouco orientado para o cliente, sendo os seus indicadores atuais muito direcionados apenas à rentabilidade que cada gestor de tráfego obtém das suas rotas planeadas. Uma temática interessante a abordar dentro deste departamento passaria pela análise de indicadores de desempenho dos motoristas e transportadores subcontratados. Esta análise poderia trazer proveitos financeiros ao Grupo LS, assim como proveitos na relação e prestação de serviços com os transportadores.

#### **6.2.4 Manual de Conferência**

A não existência de um manual de conferência que seja específico para cada cliente implica um grande desvio nos tempos de conferência dos motoristas e operacionais. O modelo atual define que todas as conferências deverão ser feitas ao volume, com exceção de alguns clientes que transportam apenas mercadoria em palete completa. Seria interessante normalizar este processo, de forma a reduzir este tempo por carga, no decorrer da atividade de expedição.

## Referências

- Chen, Y. 2012, “Y’s Teaching – *Cross-Docking*”, último acesso: novembro 2015, <http://yuwenteaching.blogspot.pt/2012/09/Cross-Docking.html>.
- Coelho, L. 2011, “Indicadores de desempenho para o setor de movimentação e armazenagem”, último acesso: novembro 2015, <http://www.logisticadescomplicada.com/indicadores-de-desempenho-para-o-setor-de-movimentacao-e-armazenagem/>
- Dantzig, G. 1963, “Linear Programming and Extensions”, Princeton University Press, New Jersey, United States of America.
- Faria, J. 2010, “Análise e Modelação de Processos de Negócio - Mapas de Processos”, FEUP, Porto, Portugal.
- Gue, K. 2007, “CROSSDOCKING”, último acesso: novembro 2015, <https://kevingue.wordpress.com/research/crossdocking>
- Kaizen Institute (2015), “Value Stream Mapping”, último acesso: dezembro 2015 <http://www.kaizen.com/knowledge-center/value-stream-mapping.html>
- Kulwiec, R. 2004, “Crossdocking as a Supply Chain Strategy”, Association for Manufacturing Excellence, Illinois, United States of America.
- Pinto, J 2008, “Lean Thinking – Introdução ao pensamento magro”, Comunidade Lean Thinking, Vila Nova de Gaia, Portugal.
- Pinto, J. 2014, “Pensamento Lean – A filosofia das Organizações Vencedoras”, Lidel – edições técnicas, 6ª edição atualizada, Lisboa, Portugal.
- Luís Simões (2015), “HISTÓRIA”, último acesso: novembro 2015, <http://www.luis-simoes.pt/page/historia>
- Womack, J., Jones, D., 1996, “Lean Thinking”, Free Press, New York, United States of America.
- Womack, J., Jones, D., 2005, “Lean solutions”, Free Press, New York, United States of America.

## ANEXO A

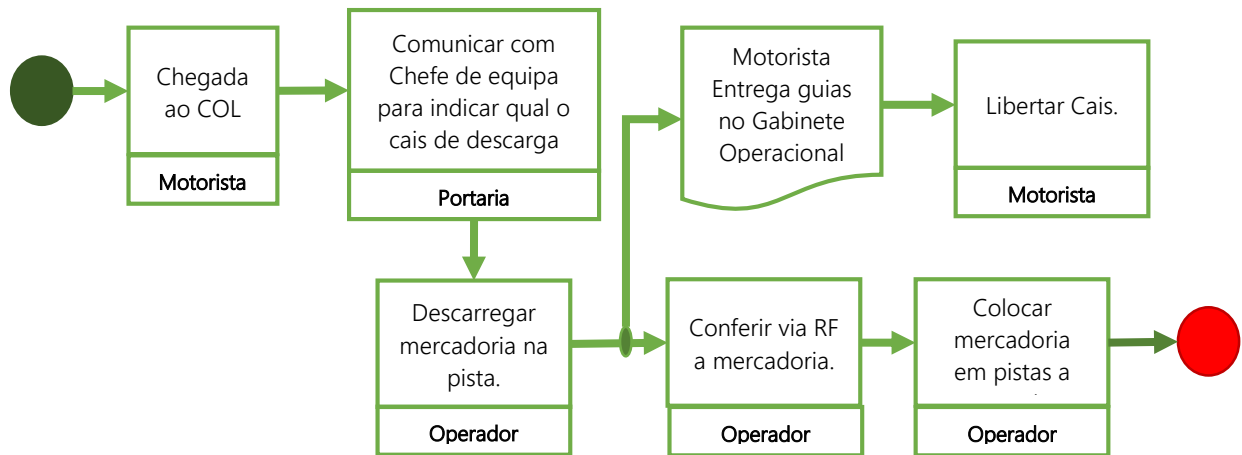


Figura 23 - Mapeamento de Processo de Receção de Mercadoria de *Cross-Docking*

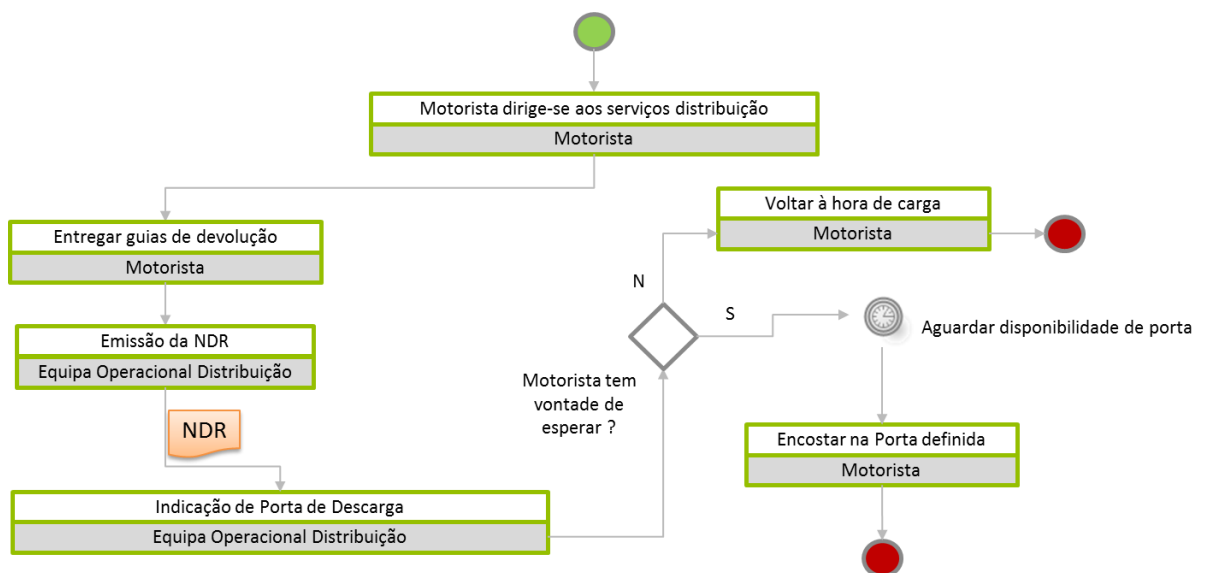


Figura 24 - Mapeamento de Processo de Reentrega no COL: Intervenção motorista

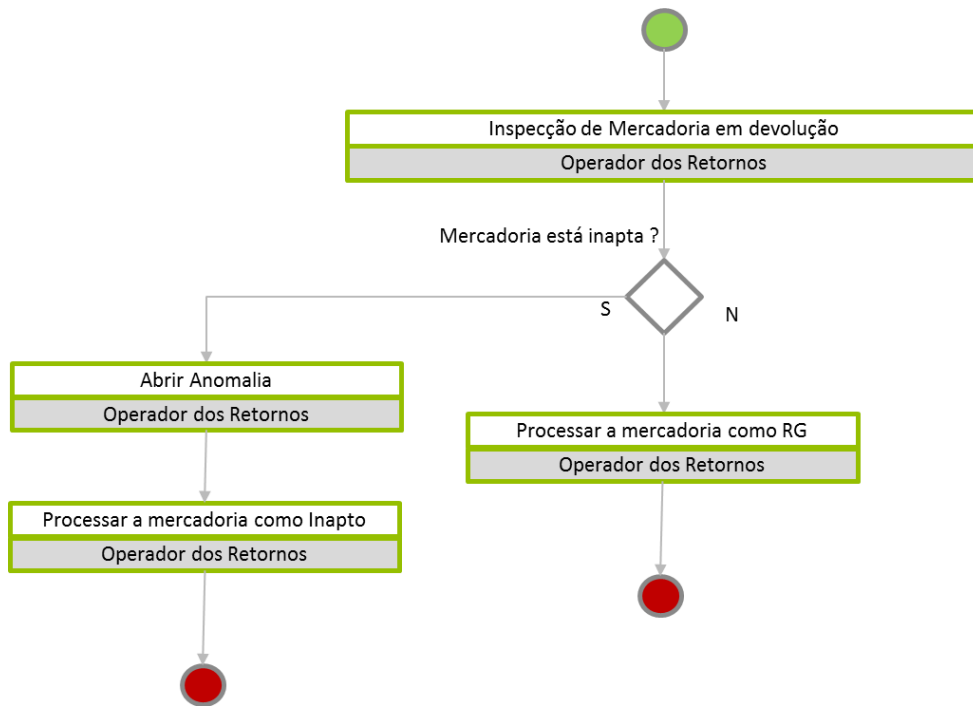


Figura 25 - Mapeamento de Processo de Reentrega no COL: Intervenção operacional dos Retornos

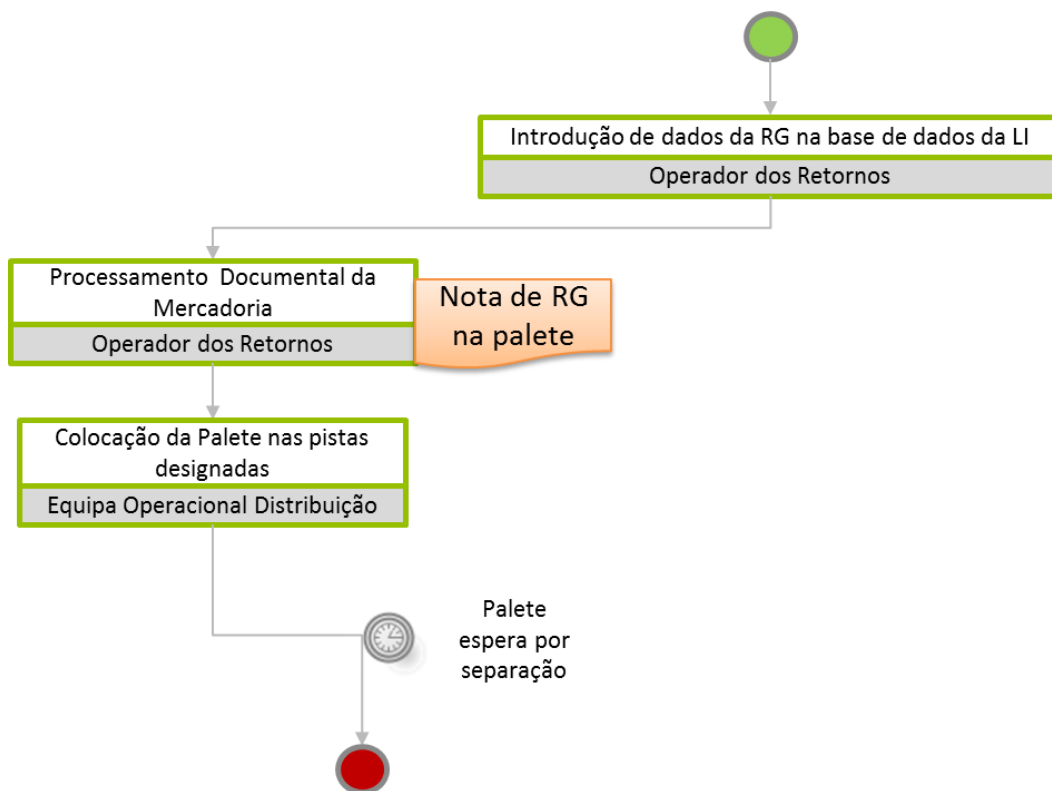


Figura 26 - Mapeamento de Processo de Reentrega no COL: Processamento da mercadoria

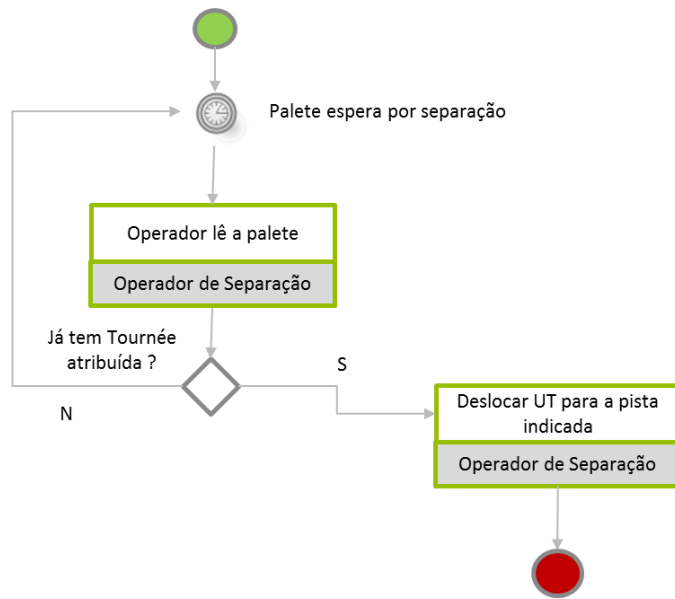



Figura 27 - Mapeamento de Processo de Reentrega no COL: Separação Livre



## ANEXO B



**3C's**

Número: 13 Data: 22/11/2015 Prazo:   /  /  

Identificação do Problema/ Caso:

As OE's do Cliente XPTO não indicavam o número de volumes

Causas do Problema:

- Informação mal introduzida no sistema SID pelo cliente
- Não existe UT (etiqueta) associada aos volumes

Contra medidas de resolução:

Figura 28 - Exemplo de Preenchimento de 3C



Figura 29 - Quadro Reuniões Diárias: Presenças, Norma, Status Equipamentos

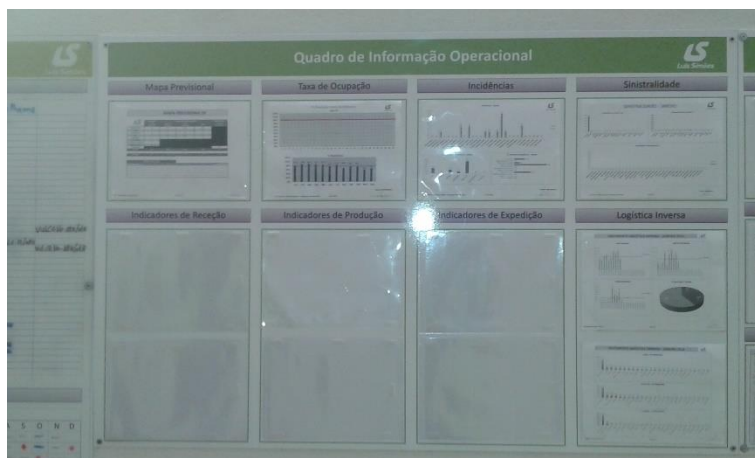


Figura 30 - Quadro de Indicadores Operacionais

**Tournees Prioritárias**

Tourné	Hora Prevista	Tipo de mercadoria	Observações
250	6:15	Cliente1	
251	"	"	Cliente2
252	"	"	Cliente 3
401	5:30	"	
482	HC	"	
455	"		"
456	"	"	
550	5:30	"	
551	6:15	"	
235	6:15		"

Figura 31 - Tabela de Rotas de distribuição prioritárias

Luis Simões

**Horas de Chegada dos InterCOL**

Tourné	Hora Prevista	Hora de Chegada	Implicações
1001	3:00	3:24	
1002	3:00	2:45	
1003	X	X	
1004	2:00	2:15	
1005	4:00		
1006	3:50	3:50	
1070	2:15	2:15	
1071	2:00	1:30	
1009	3:45		
1008	3:45	3:20	
1011	3:30	3:07	
1012	3:15	3:15	
1013	6:15	4:35	
1014	1:00	1:20	
1015	23:45	23:45	

*[Assinatura]*

Atualizado em 30-11-2015

Luis Simões Logística Integrada - Guia 1

Figura 32 - Tabela Horas de Chegada dos INTERCOL's

Faltas de Espaço			
Tourné	Quantidade que ficou	Motivo	Replaneamento
496	2		
574	5		
110	2		
213	2		
280	3		
212	2		
429	2		
210	9		

Figura 33 - Tabela de Faltas de Espaço

Relatório X-Docking

12/01/2016

Nº Tournée

102

ATRASOS

Carga Acima de 0:45

8

8%

Atraso de Motorista

57

56%

PLANO DE CARGAS

Hora	Máximo	Planeado	Real
05:00	10	2	1
05:30	15	14	16
06:15	25	22	13
07:00	25	26	18
07:45	25	9	16
08:30	25	0	1
Total		73	65

DESCARGAS

Range Horas	Descargas	Paletes
Até 0:59	2	37
1:00 às 1:59	4	122
2:00 às 2:59	5	174
3:00 às 3:59	3	96
4:00 às 4:59	2	45
5:00 em diante	0	0
Total	16	474

FALTA DE ESPAÇO

Nº Falta de espaço

3

3%

Nº de Paletes

5

-

Figura 34 - Página de Resumo do Excel alimentador da reunião das 10:30

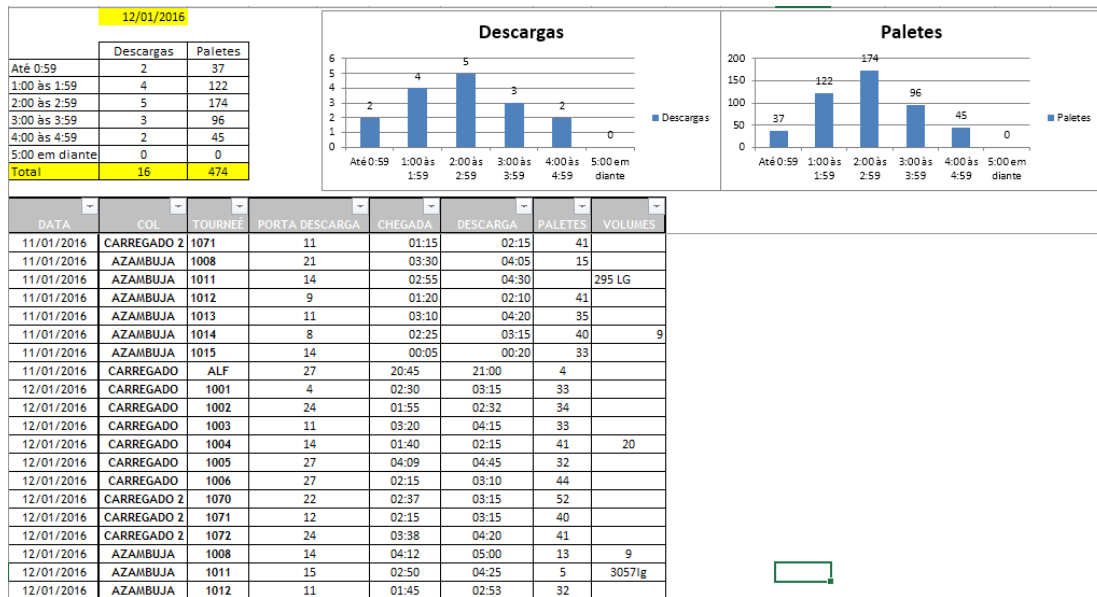


Figura 35 - Página de alimentação das horas de descarga dos INTERCOLS



Figura 36 - Agenda da reunião das 10:30

## PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

### AÇÕES PRÉVIAS:

- CONVERSA COM CHEFES DE EQUIPA E OPERADORES EXPLICANDO AS IMPLEMENTAÇÕES 10/12;
- DISTRIBUIÇÃO DE *FLYERS* EXPLICATIVOS AOS OPERADORES 11/12;
- NOMEAÇÃO DE CHEFIA DE OPERAÇÃO A ESTAR PRESENTE;
- DISTRIBUIÇÃO DE *FLYER* EXPLICATIVO AOS MOTORISTAS 10/12 E 11/12;

### CRONOLOGIA DA IMPLEMENTAÇÃO 14/12:

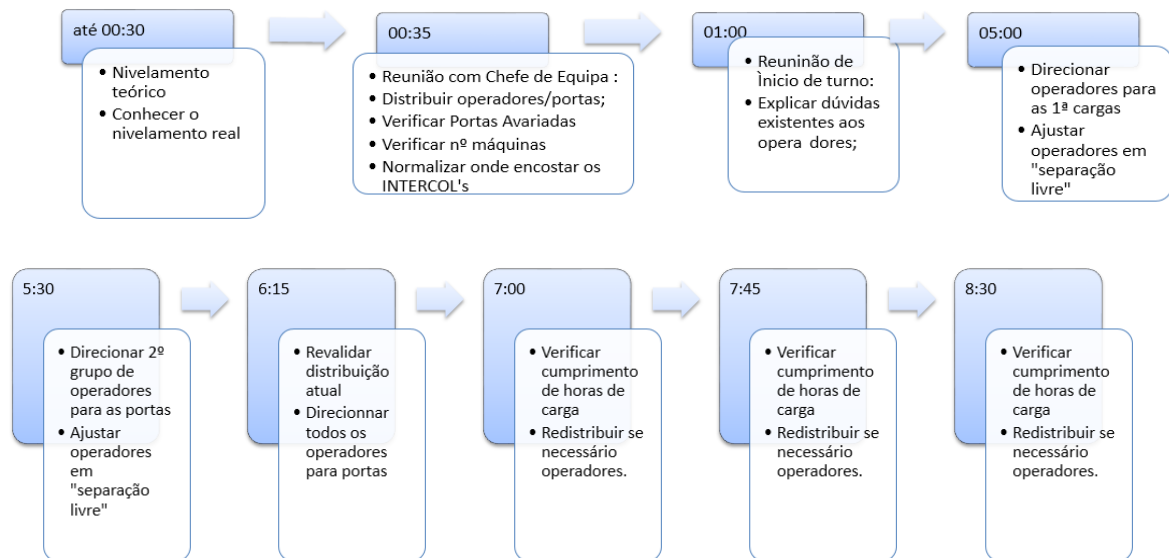


Figura 37 - Plano de Implementação da sugestão 4,4

Tabela 20 – Tabela de frequência e distribuição acumulativa do Tempo de Espera

	Tempo de Espera s44	Tempo de Espera s48	Tempo de Espera s51	sem 44	sem 48	sem 51
Bin	Frequência	Frequência	Frequência	Acumulativo %	Acumulativo %	Acumulativo %
00:00	2	5	0	0,49%	1,15%	0,00%
00:15	12	43	7	3,42%	11,09%	1,98%
00:30	32	61	37	11,25%	25,17%	12,43%
00:45	61	67	83	26,16%	40,65%	35,88%
01:00	78	63	50	45,23%	55,20%	50,00%
01:15	82	54	69	65,28%	67,67%	69,49%
01:30	64	55	58	80,93%	80,37%	85,88%
01:45	37	34	27	89,98%	88,22%	93,50%
02:00	22	20	14	95,35%	92,84%	97,46%
02:15	6	15	5	96,82%	96,30%	98,87%
02:30	4	7	1	97,80%	97,92%	99,15%
02:45	2	1	0	98,29%	98,15%	99,15%
03:00	5	2	2	99,51%	98,61%	99,72%
More	2	6	1	100,00%	100,00%	100,00%

Tabela 21 - Tabela de Frequência acumulada da duração das descargas

	Duração de Cargas s44	Duração de Cargas s48	Duração de Cargas s51
<i>Bin</i>	<i>Frequência</i>	<i>Frequência</i>	<i>Frequência</i>
00:00	0	3	0
00:15	50	43	42
00:30	252	240	208
00:45	76	109	72
01:00	18	27	13
01:15	8	7	12
01:30	3	1	6
01:45	1	2	0
02:00	1	0	1
02:15	0	1	0
More	0	0	0
	sem 44	sem 48	sem 51
<i>Bin</i>	<i>Acumulativo %</i>	<i>Acumulativo %</i>	<i>Acumulativo %</i>
00:00	0,00%	0,69%	0,00%
00:15	12,22%	10,62%	11,86%
00:30	73,84%	66,05%	70,62%
00:45	92,42%	91,22%	90,96%
01:00	96,82%	97,46%	94,63%
01:15	98,78%	99,08%	98,02%
01:30	99,51%	99,31%	99,72%
01:45	99,76%	99,77%	99,72%
02:00	100,00%	99,77%	100,00%
02:15	100,00%	100,00%	100,00%
More	100,00%	100,00%	100,00%

Tabela 22 - Frequência acumulativa do início de carga

	sem 44		sem 48		sem 51	
<i>Bin</i>	<i>Frequency</i>	<i>Cumulative %</i>	<i>Frequency</i>	<i>Cumulative %</i>	<i>Frequency</i>	<i>Cumulative %</i>
400	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
430	3	0,74%	0	0,00%	0	0,00%
500	4	1,72%	0	0,00%	0	0,00%
530	3	2,46%	9	2,41%	5	1,41%
600	24	8,37%	24	8,82%	25	8,47%
630	45	19,46%	40	19,52%	36	18,64%
700	54	32,76%	49	32,62%	63	36,44%
730	65	48,77%	36	42,25%	62	53,95%
800	58	63,05%	49	55,35%	74	74,86%
830	73	81,03%	75	75,40%	50	88,98%
900	34	89,41%	44	87,17%	27	96,61%
930	22	94,83%	30	95,19%	12	100,00%
1000	14	98,28%	9	97,59%	0	100,00%
1030	3	99,01%	6	99,20%	0	100,00%
More	4	100,00%	3	100,00%	0	100,00%



Tabela 23 - Frequência Acumulada de Fim de carga

Bin	sem 44		sem 48		sem 51	
	Frequency	Cumulative %	Frequency	Cumulative %	Frequency	Cumulative %
400	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
430	1	0,25%	0	0,00%	0	0,00%
500	0	0,25%	0	0,00%	0	0,00%
530	4	1,23%	1	0,27%	1	0,28%
600	8	3,20%	9	2,67%	6	1,98%
630	22	8,62%	25	9,36%	21	7,91%
700	50	20,94%	38	19,52%	42	19,77%
730	51	33,50%	48	32,35%	58	36,16%
800	72	51,23%	50	45,72%	61	53,39%
830	59	65,76%	42	56,95%	68	72,60%
900	64	81,53%	79	78,07%	65	90,96%
930	31	89,16%	38	88,24%	21	96,89%
1000	29	96,31%	21	93,85%	9	99,44%
1030	8	98,28%	13	97,33%	2	100,00%
More	7	100,00%	10	100,00%	0	100,00%

Tabela 24 - Frequência acumulada do tempo total em COL

Bin	sem 44		sem 48		sem 51	
	Frequency	Cumulative %	Frequency	Cumulative %	Frequency	Cumulative %
00:00	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
00:15	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
00:30	1	0,25%	3	0,80%	4	1,13%
00:45	18	4,68%	23	6,95%	20	6,78%
01:00	40	14,53%	40	17,65%	40	18,08%
01:15	65	30,54%	64	34,76%	63	35,88%
01:30	88	52,22%	58	50,27%	85	59,89%
01:45	69	69,21%	57	65,51%	56	75,71%
02:00	51	81,77%	43	77,01%	46	88,70%
02:15	34	90,15%	35	86,36%	21	94,63%
02:30	17	94,33%	20	91,71%	9	97,18%
02:45	13	97,54%	8	93,85%	6	98,87%
03:00	2	98,03%	10	96,52%	2	99,44%
More	8	100,00%	13	100,00%	2	100,00%

Tabela 25 - Atrasos dos Motoristas

	09/11	17/11	23/11	24/11	25/11	26/11	27/11	15/12	16/12	18/12
Nº de Cargas	67	95	58	60	60	58	84	81	80	73
% total	67%	65%	76%	76%	71%	72%	82%	79%	74%	82%

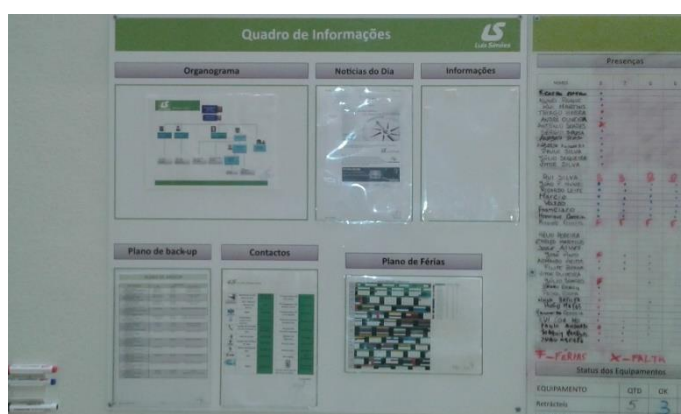


Figura 38 - Quadro de Informações do COL

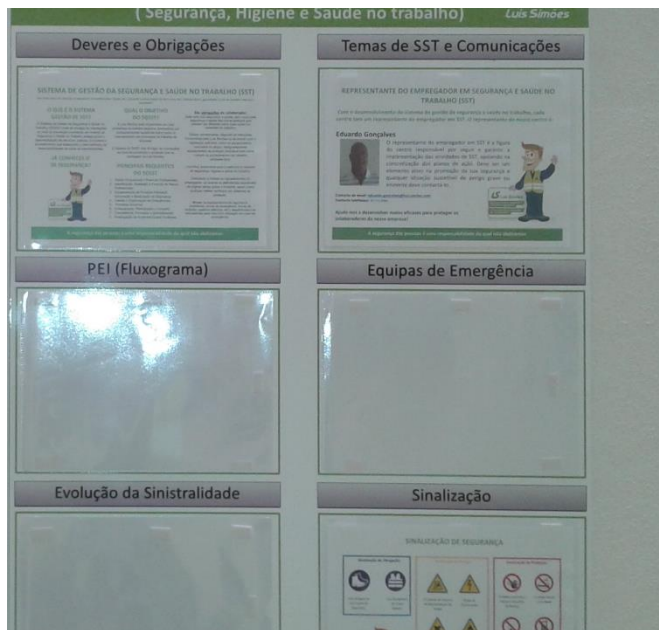


Figura 39 - Quadro de Informações de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho

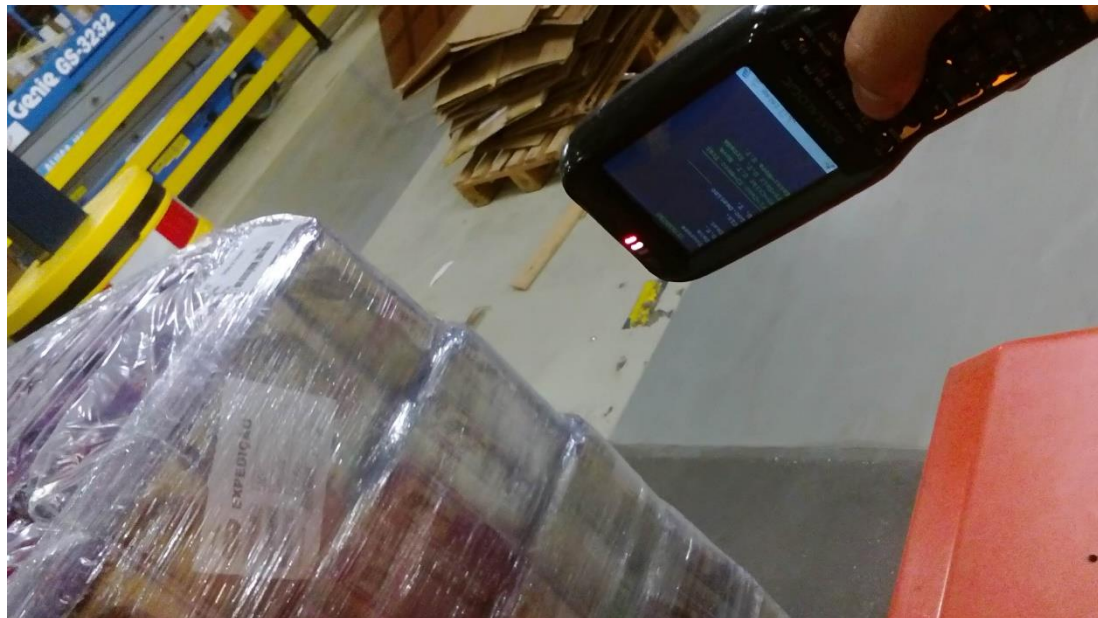


Figura 40 - Leitura de uma etiqueta de uma UT usando um TRF



## ANEXO C

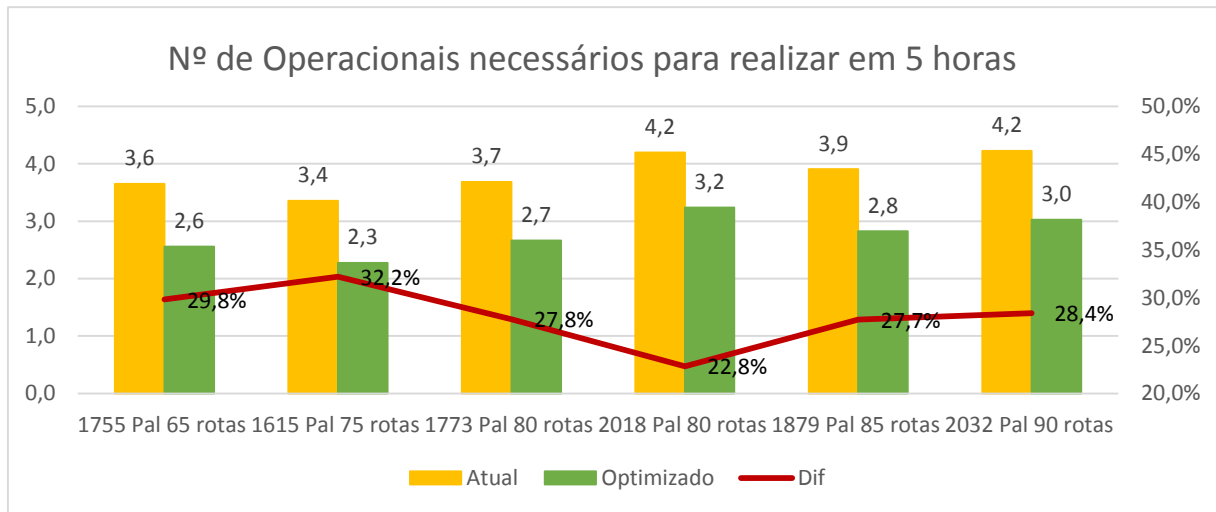


Figura 41 - Resultado das Experiências do Modelo de Nivelamento